



Library of the Museum
OF
COMPARATIVE ZOÖLOGY,

AT HARVARD COLLEGE, CAMBRIDGE, MASS.

Founded by private subscription, in 1861.

Bought.

No. 12,080

Jan. 21, 1891 - Feb. 20, 1892

Internationale Monatsschrift

für

Anatomie und Physiologie.

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,
Éd. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, J. H. Chievitz
in Kopenhagen, J. Curnow in London, H. F. Formad
in Philadelphia, C. Giacomini in Turin, C. Golgi in Pavia, G. Guldberg
in Christiania, H. Hoyer in Warschau, S. Laskowski in Genf,
A. Macalister in Cambridge, H. W. Middendorp in Groningen,
G. Miháلكovics in Buda-Pest, G. Retzius in Stockholm,
A. Watson, Adelaide (Süd-Australien),

E. A. Schäfer

in London,

L. Testut

in Lyon,

und

W. Krause

in Göttingen.

Band VIII. Mit Tafel I—XXX.

PARIS,
Haar & Steinert
9 Rue Jacob.

LEIPZIG,
Georg Thieme
3 Seeburgstrasse.

LONDON,
Willams & Norgate
14 Henrietta-Street.

1891.

Inhalt.

	Seite
A. Nicolas , Recherches sur l'épithélium de l'intestin grêle. (Avec pl. I—III)	1
W. Krause , Referate	62
L. Grasset , Recherches sur la distribution mathématique des prismes de l'émail dentaire. (Avec pl. IV et V)	65
A. v. Török , Das Wesen und die Aufgabe der systematischen Kraniologie	79
W. Krause , Referate	99
Nouvelles universitaires	100
J. Leffingwell Hatch , Some studies upon the Chinese brain. (With pl. VIII)	101
S. N. Jastschinski , Die typischen Verzweigungsformen der Arteria hypogastrica. (Mit Taf. VI)	111
C. Ritter , Zur Histologie der Zapfen der Fischretina. (Mit Taf. VII)	128
W. Krause , Referate	135
Nouvelles universitaires	136
F. Tuckerman , On the Gustatory Organs of <i>Sciurus hudsonius</i> . (With pl. XI)	137
P. Bertacchini , La Spermatogenesi nella <i>Rana temporaria</i> . (Con tav. IX e X)	140
A. Russo , Contribuzione alla morfologia dell'occhio della pecora (<i>ovis aries</i> L.) e del bove (<i>bos taurus</i> L.). (Con tav. XIII)	169
E. A. Schäfer , On the structure of cross-striated muscle. (With pl. XV— ^V XII)	177
G. Wilder , Preliminary Report of the Committee on Anatomical Nomenclature, adopted Dec. 28, 1889 by the Association of American Anatomists without dissent	239
Nouvelles universitaires	240
C. Ritter , Studien über die Stäbchenschicht der Vögel. (Mit Taf. XIV)	241
W. Krause , Die Nervenendigung im electrischen Organ (Mit Taf. XII)	250

G. Mingazzini , Recherches complémentaires sur le trajet du pedunculus medius cerebelli. (Avec pl. XVIII—XX) . . .	266
A. Nicolas , Contribution à l'étude des cellules glandulaires. I. Les éléments des canalicules du rein primitif chez les Mammifères. (Avec pl. XXVI—XXIX) . . .	279
Nouvelles universitaires . . .	288
A. Nicolas , Contribution à l'étude des cellules glandulaires. I. Les éléments des canalicules du rein primitif chez les Mammifères. (Continuation) . . .	289
A. Russo , Ricerche citologiche sugli elementi seminali delle Ophiureae (spermatogenesi-oogenesi) Morfologia dell'apparecchio riproduttore. (Con tav. XXI e XXII) . . .	293
A. Stocquart , Note sur le Poids et les Dimensions du Foie chez l'Enfant . . .	330
Prof. Watson , Dr. Koch's Cure . . .	334
S. R. y Cajal , Sur la fine structure du lobe optique des oiseaux et sur l'origine réelle des nerfs optiques. (Avec pl. XXIII et XXIV) . . .	337
S. Jastschinski , Die Abweichungen der Arteria obturatoria nebst Erklärung ihres Entstehens. (Mit Taf. XXV) . . .	367
A. Nicolas , Contribution à l'étude des cellules glandulaires. I. Les éléments des canalicules du rein primitif chez les Mammifères. (Continuation) . . .	387
W. Krause , Die Retina . . .	414
Nouvelles universitaires . . .	416
S. Jastschinski , Die Abweichungen der Arteria obturatoria nebst Erklärung ihres Entstehens. (Schluss) . . .	417
A. Nicolas , Contribution à l'étude des cellules glandulaires. I. Les éléments des canalicules du rein primitif chez les Mammifères. (Continuation) . . .	447
— — (Suite et fin) . . .	465
P. Dmitriewsky , Ueber die concentrischen Körper der Mandelknoten. (Mit Taf. XXX) . . .	510
W. Krause , Referate . . .	514
Nouvelles universitaires . . .	516

Recherches sur l'épithélium de l'intestin grêle.

par

A. Nicolas,

professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Nancy.

(Avec pl. I—III.)

L'un des organes les plus étudiés est sans contredit le tube digestif, plus particulièrement l'intestin grêle, et quand on considère l'énorme quantité de travaux dont il a été l'objet on est tenté de s'étonner qu'avec une constitution apparemment très simple il puisse fournir encore matière à tant de discussions. S'il est certain cependant que nous sommes exactement renseignés sur bien des points, il paraît non moins évident que sur un grand nombre d'autres nous restons dans l'incertitude, et l'on peut affirmer sans crainte qu'il y a encore beaucoup à trouver. Cela tient à ce qu'il s'agit d'un organe éminemment actif, soumis aux influences les plus diverses, dont les éléments, par conséquent, doivent manifester des transformations incessantes et fugaces que nous sommes loin de connaître toutes; cela tient aussi à ce que nos connaissances générales en cytologie sont encore, malgré les progrès presque journaliers de cette science, trop incomplètes, et que la signification d'une foule de faits nous échappe.

Depuis longtemps j'avais rassemblé des matériaux dans le but d'étudier les différentes questions qui se rattachent à la muqueuse intestinale, mais l'apparition successive de plusieurs mémoires importants¹⁾ m'a enlevé l'occasion de donner à ces recherches toute l'exten-

¹⁾ Grünhagen, Ueber Fettresorption und Darmepithel. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 29. 1887.

sion à laquelle j'avais songé. Je ne juge donc pas à propos de reprendre certaines questions telles que celle des cellules caliciformes, celle du plateau à bâtonnets des cellules épithéliales, de la membrane basale, et celle enfin des cellules migratrices. Sur ces divers points je me bornerai, s'il y a lieu, à signaler chemin faisant certains détails. J'étudierai seulement: 1^o, la constitution du protoplasma des cellules épithéliales des villosités, et l'état de ces cellules pendant l'absorption des graisses; 2^o, les cellules spéciales (cellules à grains de Paneth) que l'on trouve dans le fond des glandes de Lieberkühn chez quelques Mammifères et que j'ai rencontrées également chez le Lézard.

Pour ces recherches je me suis servi d'animaux appartenant à des groupes divers. Parmi les Mammifères j'ai examiné: l'homme, le chien, le chat, la chauve-souris, la rat, l'écureuil, le lapin et la souris; parmi les Reptiles le lézard, la vipère, la tortue et l'orvet; enfin parmi les Batraciens, la grenouille et le triton. Pour ne pas multiplier outre mesure les figures j'ai cru devoir reproduire seulement les images les plus caractéristiques et je me contenterai de la description quand il s'agira de détails semblables à ceux que j'ai dessinés mais observés sur un autre animal. Auparavant je dois indiquer les méthodes que j'ai mises en usage.

J'ai employé comme réactifs fixateurs, et de préférence à tout autre, le liquide de Flemming (nouvelle solution) et l'acide osmique en solution à 1^o/₀, que je laissais agir un temps variable suivant les cas. D'autres formules m'ont été également utiles et m'ont fourni des images instructives, par exemple: le liquide chromo-formique de

v. Davidoff, Untersuchungen über die Beziehungen des Darmepithels zum lymphoiden Gewebe. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 29. 1887.

Mall, Die Blut- und Lymphwege im Dünndarme des Hundes. Abhandlungen d. k. sächs. Gesellsch. d. Wiss. Leipzig, 1887.

R. Heidenhain, Beiträge zur Histologie und Physiologie der Dünndarmschleimhaut. Pflüger's Arch. f. Phys. Bd. 43. Suppl. Heft. 1888.

Paneth, Ueber die secernirenden Zellen des Dünndarm-Epithels. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 31. 1888.

Gzaplinski et Rosner, Ueber die Wege, auf welchen Fette und Seifen aus den Därmen in die allgemeine Circulation gelangen. Denkschriften der math.-naturwiss. Classe der Krakauer Akad. der Wiss. Bd. 16. 1888. (en polonais.)

Stöhr, Ueber die Lymphknötchen des Darmes. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 33. 1889.

Rabl, le liquide chromo-platinique de Merkel et le sublimé en solution aqueuse saturée. J'ai essayé aussi un mélange d'acide nitrique et d'acide osmique dans la proportion suivante: Acide azotique 3; acide osmique 0,5; eau 100. Ce liquide m'a donné de bons résultats; il fixe très bien les structures nucléaires que l'acide osmique seul rend indistinctes, et met la graisse en évidence. A ce titre il possède les mêmes propriétés que le mélange de Flemming, mais il a sur celui-ci l'avantage de permettre l'emploi de certaines matières colorantes telles que l'hématoxyline ou la safranine qui, après l'action de ce réactif, ne colorent pas ou colorent mal les coupes. Enfin je signalerai aussi en passant l'anhydride sulfureux en solution dans l'alcool absolu d'après la méthode de Carnoy. Je n'ai employé ce réactif que d'une façon accessoire mais je tiens à attirer l'attention sur lui parcequ'il me paraît précieux pour l'étude des cellules caliciformes. Après coloration par la safranine ces éléments se montrent remplis de grains vivement colorés en jaune-orange, alors que tout les autres tissus sont rouges. Cette coloration caractéristique résiste énergiquement aux lavages à l'alcool et ne disparaît pas, même si la pièce contient encore des traces d'acide sulfureux qui suffisent à décolorer rapidement les autres éléments. Je possède des préparations qui datent de deux ans dans lesquelles il n'existe plus nulle part la moindre teinte rouge tandis que les plus petites granulations de mucigène ont gardé une belle couleur orangée.

La plupart de mes préparations sont antérieures à l'apparition des travaux de Paneth et d'Heidenhain, aussi ne me suis-je pas servi de l'acide picrique en solution aqueuse que vantent ces auteurs. Cependant la comparaison des figures qu'ils ont l'un et l'autre produites dans leurs mémoires, et des images que j'ai eues sous les yeux après fixation par le liquide de Flemming ou le mélange nitro-osmique, me permet de penser que ces derniers réactifs sont de beaucoup supérieurs à l'acide picrique, du moins pour l'étude de la question que je vais examiner.

Comme réactifs colorants j'ai fait usage de l'hématoxyline sous diverses formes quand il s'agissait de pièces fixées par l'acide osmique ou par le liquide nitro-osmique, et pour les pièces traitées par les autres réactifs j'ai employé presque exclusivement la safranine ou la

phéno-safranine en solution aqueuse saturée. Les colorations multiples m'ont rendu de grands services et j'ai essayé diverses combinaisons, mais le plus souvent une double coloration suffit, et j'employais alors la safranine ou phéno-safranine + violet de méthyle ou krystallviolet. Le motif qui fait que je n'ai pas eu recours à l'acide picrique comme réactif fixateur est aussi celui qui fait que je n'ai pas tiré parti des qualités si remarquables du liquide d'Ehrlich-Biondi (fuchsine acide, orange, vert de méthyle). Je le regrette vivement, car ce colorant, si j'en juge par les résultats qu'il a donnés entre les mains de R. Heidenhain¹⁾ et de M. Heidenhain²⁾, conviendrait sans doute admirablement à l'étude des formations que j'ai observées.

Les pièces fixées par l'une ou l'autre méthode, lavées puis déshydratées, étaient enrobées dans la paraffine après avoir été traitées par l'essence de bois de cèdre. Je n'ai jamais vu que cette essence dissolvât la graisse quand celle-ci a été convenablement fixée par l'acide osmique, et cependant Altmann³⁾, Krehl⁴⁾, Metzner⁵⁾ rejettent l'emploi des essences qui, disent-ils, même dans ces conditions, feraient disparaître la graisse. La plupart de mes préparations sont faites depuis plus de deux ans, aucune ne s'est altérée, et dans toutes, les grains ou gouttelettes de graisse noircis par l'acide osmique sont restés tels qu'ils étaient le premier jour.

Pour terminer ces indications techniques je dois insister sur la nécessité qu'il y a d'employer des objectifs à immersion homogène. L'objectif construit récemment par Zeiss de 2,5 mm. de distance focale et de 1,60 d'ouverture numérique, à immersion dans la naphthaline monobromée, m'a rendu de grands services et m'a permis de voir des

¹⁾ R. Heidenhain. Loc. cit.

²⁾ M. Heidenhain, Beiträge zur Kenntnis der Topographie und Histologie der Kloake und ihrer drüsigen Adnexa bei den einheimischen Tritonen. Archiv f. mikr. Anat. Bd. 35. 1890.

³⁾ Altmann, Die Elementarorganismen und ihre Beziehung zu den Zellen. Leipzig, 1890.

⁴⁾ L. Krehl, Ein Beitrag zur Fettresorption. Archiv für Anat. u. Physiol. Anat. Abt. 1890.

⁵⁾ Metzner, Ueber die Beziehungen der Granula zum Fettansatz. Arch. für Anat. und Physiol. Anat. Abt. 1890.

détails que les autres objectifs à immersion (y compris l'objectif apochromatique de Zeiss de 2,0 mm. de distance focale et de 1,30 d'ouverture numérique) ne permettaient pas de voir ou laissaient indistincts.

I.

Dans le but d'étudier les transformations des éléments épithéliaux qui accompagnent l'absorption des corps gras j'ai choisi comme objet d'étude l'intestin de la grenouille, et surtout celui du triton dont les cellules très volumineuses se prêtent admirablement à des recherches cytologiques. D'autre part, pour me rapprocher le plus possible des conditions physiologiques j'ai procédé, avec des tritons, de la manière suivante. Après avoir laissé plusieurs de ces animaux jeûner dans un cristalliseur pendant une douzaine de jours je leur ai donné des larves de phriganes (*Aeschna grandis*). Ces larves, on le sait, sont très riches en corps gras. Au bout de douze heures, laps de temps qui n'est cependant pas toujours suffisant pour que des tritons vraisemblablement affamés se décident à manger, je supprimais toute nourriture et à partir de ce moment je sacrifiais successivement les animaux en expérience. Je ne me dissimule pas que cette manière de faire est passible de plusieurs reproches. Tout d'abord on ne sait pas au juste à quel moment l'animal que l'on choisit a mangé, par le fait on ignore quand a débuté la digestion. Mais si l'on tient à laisser un triton manger volontairement, il ne le fera pas tant qu'il se verra observé de près, ou son obstination lassera rapidement la patience de l'observateur. En second lieu, les larves de phriganes renferment certainement des corps gras de diverse nature et je ne sache pas que celle-ci ait été déterminée, de telle sorte que l'on n'a pas l'avantage, ainsi que c'est le cas lorsqu'on fait ingérer à un animal une huile dont la composition est connue, de savoir exactement ce qui sera absorbé. Malgré ces desiderata, et comme je n'ai pas l'intention de suivre pas à pas les différents stades de la digestion, je crois que si ma manière d'agir a certains inconvénients, celle qui consiste à introduire de force une huile quelconque dans l'intestin d'un animal qui n'avale jamais de

la graisse sous cette forme est susceptible aussi de quelques objections. Au surplus je me suis servi aussi chez des grenouilles et des tritons de ce dernier procédé.

Ceci étant dit et après avoir noté que ces expériences ont été faites en été je passe à la description des faits.

Sur des coupes de l'intestin grêle de triton à jeun (pl. I. fig. 1 et 2), c'est à dire dont le tube digestif est complètement vide, les cellules épithéliales se montrent sous la forme bien connue de pyramides à cinq ou six pans dont la base répondant à la cavité de l'intestin est constituée par le plateau strié si souvent décrit. Je parlerai à mon tour de ce plateau uniquement pour dire que l'existence ¹⁾ d'un renflement en forme de grain plus réfringent à la base des bâtonnets qui le constituent est évidente dans le majorité des cas (pl. I. fig. 2, 3, 4 et pl. II. fig. 15).

Le protoplasme se présente sous un aspect spongieux. Il est formé d'un réseau irrégulier à peine teinté en gris-violacé très clair dans les coupes colorées par la safranine et le violet. Dans le segment compris entre le noyau et le sommet de la cellule ce réseau est formé de mailles beaucoup plus larges qu'ailleurs, ses travées sont plus grossières et orientées généralement suivant le grand axe de la cellule, d'où un aspect fibrillaire assez prononcé. Beaucoup plus compliqué et plus digne d'attirer l'attention est le segment du corps cellulaire compris entre le noyau et le plateau basal. On remarque tout d'abord que la zone protoplasmique la plus superficielle, celle qui est immédiatement sous jacente au plateau, se distingue par sa teinte plus foncée due à une condensation plus considérable du réseau qui la constitue. Cette zone sous-basale est plus ou moins large suivant les endroits examinés et surtout, à ce qu'il m'a paru, suivant les espèces animales. Chez la chauve-souris par exemple (pl. II. fig. 14) elle est particulièrement étendue. En tous cas elle est constante et, pour le dire en passant, c'est elle qui se montre toujours dépourvue de gouttelettes graisseuses, du moins dans les premiers stades de l'absorption. Parfois

¹⁾ Mall, loc. cit. — R. Heidenhain, loc. cit.

entre la zone en question et la rangée des grains qui forment la base des bâtonnets du plateau on observe un liseré clair ¹⁾ (fig. 1, 4, 5) qui les sépare nettement. Du côté de la profondeur la zone sous-basale se continue insensiblement avec la partie adjacente plus claire du corps cellulaire ou bien se limite par un bord déchiqueté (fig. 2), sinueux, dû à l'orientation des fines travées protoplasmiques qui décrivent des courbes en forme d'arcades.

Nulle part à la périphérie des cellules, sur des coupes perpendiculaires à la surface de l'épithélium, et quand la pièce a été bien fixée, on n'aperçoit d'indice de la présence d'une membrane d'enveloppe. Sur ce point je me rallie complètement à l'opinion de Arnstein ²⁾, Schäfer ³⁾ et Heidenhain ⁴⁾. L'un des arguments que fait valoir ce dernier en faveur de la non-existence d'une membrane préformée c'est la présence de ponts protoplasmiques entre les cellules voisines. Cet argument toutefois perd sa valeur si l'on accepte les conclusions de Manille Ide ⁵⁾ sur la nature des ponts intercellulaires. Je ne m'arrêterai pas à discuter ce point, me bornant à dire que fréquemment sur des coupes tangentielles j'ai observé des ponts intercellulaires. La fig. 13 (pl. II) dessinée d'après une préparation de l'intestin de la grenouille est démonstrative à cet égard. Elle montre en outre que les ponts peuvent ne pas exister ou plutôt, peut-être, se trouver masqués. Il est possible qu'on ne les rencontre qu'entre les extrémités profondes des cellules, mais on peut penser aussi que lorsque les espaces intercellulaires sont remplis (comme le fait voir la fig. 13) par une substance liquide que les réactifs ont coagulé, ils échappent facilement à l'observation.

La partie du corps cellulaire comprise entre le noyau et le plateau est remarquable surtout par la présence d'enclaves d'aspects divers (je me sers de cette expression d'enclave pour ne pas préjuger de la

¹⁾ R. Heidenhain, loc. cit.

²⁾ Arnstein, Ueber Becherzellen und ihre Beziehung zur Fettresorption und Secretion. Virchow's Archiv. Bd. 39.

³⁾ Schäfer, On the part played by amœboid cells in the process of intestinal absorption. Internationale Monatsschrift für Anatomie und Histologie. Bd. 2.

⁴⁾ Heidenhain, loc. cit.

⁵⁾ Manille Ide, La membrane des cellules du corps muqueux de Malpighi. La Cellule. T. 4. 1888.

nature de ces formations). Chez tous les tritons à jeun que j'ai examinés le protoplasma renferme des grains extrêmement fins ou des boules plus ou moins volumineuses disséminés çà et là en plus ou moins grande abondance. Jamais la zone sous-basale de protoplasma condensé n'en présente. Les grains sont, ou bien incolores, ou, pour mieux dire, simplement teintés en gris-jaunâtre ou en jaune par le liquide de Flemming, ou bien colorés en rouge pâle ou foncé par la safranine. Quelquefois ils sont logés au centre d'une zone claire (fig. 4) qui les isole du protoplasma ambiant. Les boules, dont le taille varie dans des limites très étendues (voir les diverses figures) sont, elles aussi, communément entourées d'un espace clair et se montrent sous des aspects divers. Tantôt elles sont homogènes dans toute leur masse, ou finement grenues, parfois très réfringentes. Leur couleur est jaunâtre ou grise, dans d'autres cas, violacée (fig. 2). Tantôt elles sont constituées de deux substances: l'une qui forme la masse principale est colorée comme les précédentes, l'autre est teintée en rouge par la safranine. Cette partie safranophile se présente, ou bien sous l'aspect d'un grain unique logé excentriquement, ou bien de deux grains placés aux extrémités d'un même diamètre; ou bien enfin, et plus souvent, d'un corps ovoïde ou falciforme toujours situé excentriquement. On conçoit d'ailleurs aisément que les images pourront varier suivant la mise au point et la manière dont le boule se présentera à l'œil de l'observateur. Lorsque le segment rouge a des dimensions sensiblement égales à celles du segment incolore (je dis incolore uniquement par opposition à rouge), on verra, soit un disque complètement rouge ou entouré d'un anneau incolore, soit un disque rouge plus petit placé dans la concavité d'un croissant incolore, soit un disque incolore sur un point de la périphérie du quel est appliqué un mince croissant rouge, soit enfin un disque complètement incolore. Un coup d'œil sur les figures des planches I et II rendra parfaitement compte de cette variété d'aspects.

Ces formations sont constantes chez les tritons conservés en captivité depuis longtemps et qui ont jeuné, aussi bien que chez les tritons qui viennent d'être capturés. On les voit toujours, sauf le cas où les cellules épithéliales sont remplies de gouttelettes graisseuses noircies

par l'acide osmique (fig. 5 et 6). Après l'ingestion d'huile on les rencontre dans les cellules qui ne renferment pas de graisse aussi bien que dans celles qui n'en renferment qu'une petite quantité (fig. 3).

On observe également ces grains et ces boules isolés dans le protoplasma chez d'autres animaux. La fig. 11 (pl. 2) les montre chez la grenouille à jeun et fait voir que la partie incolore d'une boule peut être comme vacuolée. La fig. 2 montre d'ailleurs aussi ce détail chez le triton.

La fig. 12 (pl. 2) indique non moins nettement des grains colorés en rouge dans l'épithélium intestinal du lézard.

Je n'ai pas vu ces enclaves si curieuses chez d'autres espèces, du moins sous le forme de boules¹⁾. C'est peut-être là une question de technique; peut-être aussi une question de grossissement. La taille des éléments épithéliaux chez les Mammifères et chez les Reptiles que j'ai examinés (vipère, tortue, gecko) est tellement petite qu'on comprend facilement que s'ils renferment des boules constituées comme celles du triton et de la grenouille, et proportionnées à leurs dimensions, ces boules puissent passer inaperçues. Par contre l'on aperçoit facilement, et sans exception chez tous les animaux signalés, des grains extrêmement ténus, disséminés dans le protoplasma, mais plus abondants, sinon localisés exclusivement, dans ses couches superficielles entre le noyau et la couche protoplasmique sous-basale.

Chez la chauve-souris j'ai vu ces grains colorés en rose par l'éosine (pl. II. fig. 14). Je reviendrai plus loin sur cette question en proposant une hypothèse qui peut expliquer l'absence de boules chez les Mammifères.

Enfin je noterai la présence, chez la grenouille à jeun, immédiatement au dessous du plateau basal, d'un amas sphérique de granulations très fines, colorées en violet pâle par le violet de méthyle. Chaque fois que j'ai rencontré cette formation, qui est rare d'ailleurs, elle était isolée dans une cellule et sans rapport avec le plateau à bâtonnets. Si je ne l'ai pas rangée parmi les enclaves précédentes c'est qu'elle me paraît être d'une autre nature que celles-ci et probablement en rapport avec l'élaboration du mucus.

Chez des tritons sacrifiés une heure après avoir ingéré de l'huile (fig. 13) quelques cellules épithéliales seulement, surtout celles qui se

trouvent sur le sommet des replis de la muqueuse contiennent des grains noircis par l'acide osmique. Les autres renferment des grains et des boules incolores, avec des boules à corpuscule safranophile. En fixant son attention sur des éléments dans lesquels apparaissent des grains noirs, on constate qu'à côté de ceux-ci, qui du reste sont plus ou moins volumineux, il y en a de gris, parfois gris-foncé, d'autres roses, d'autres gris avec une ou plusieurs granulations noires dans leur intérieur. On voit en outre des boules avec ou sans corpuscule safranophile, les unes homogènes et jaunâtres, les autres présentant quelques grains noirs. Dans tous les cas la zone protoplasmique sous-basale reste libre et ne montre de grains d'aucune sorte, ni noirs ni gris.

Chez des lézards dont l'intestin renfermait par hasard des matières alimentaires j'ai observé aussi des faits analogues. Certaines cellules du sommet des replis de la muqueuse contiennent des grains, parfois considérables, noircis par l'acide osmique (pl. II, fig. 12). A côté de ceux-ci il y en a de gris pâle, d'autres plus foncés; quelques uns possèdent un grain safranophile, d'autres enfin sont complètement rouges ou roses. Ce qui dans ces cellules mérite le plus d'attirer l'attention c'est que beaucoup de grains noirs ne l'étaient pas complètement. Il restait toujours sur un point de leur périphérie une petite zone grise, et cela quelque soit la dimension totale du grain, il était aisé de constater ce fait même sur les plus volumineuses gouttelettes.

Chez des tritons sacrifiés 12 heures après avoir reçu des larves de phryganes d'après le procédé dont j'ai parlé plus haut, et dont l'intestin est rempli de fragments de larves, l'immense majorité des cellules épithéliales renferme des grains noircis par l'acide osmique (fig. 5), et ces grains sont localisés exclusivement à la zone protoplasmique étendue entre le noyau et la couche condensée sous-basale. Je n'en ai jamais vu dans cette dernière, et l'on n'en trouve que très rarement dans le voisinage de l'extrémité profonde du noyau. La taille de ces grains est assez variable. A côté de gouttelettes volumineuses (fig. 4) on aperçoit de très fines granulations, les unes comme les autres souvent séparées du protoplasma qui les environne par une zone claire. Ce fait est surtout facile à constater quand le nombre des grains est faible

et par conséquent l'espace qui les sépare les uns des autres assez considérable. Il est à remarquer que les petits grains aussi bien que les grosses gouttelettes sont répartis irrégulièrement, on les trouve mélangés autant dans les parties les plus superficielles de la cellule que plus profondément. Enfin, fait important, à côté des grains noirs il y en a beaucoup de gris ou de noirs avec zone grise, comme chez le lézard, mais lorsque les cellules sont dans l'état que représente la figure 5 il ne semble plus exister de corps safranophiles, et je n'en ai jamais vu dans mes coupes avec les méthodes que j'ai employées.

L'intestin de tritons tués dix heures après s'être nourris de larves, en pleine digestion par conséquent, ainsi qu'on pouvait s'en assurer par d'examen des caractères macroscopiques de cet organe, ne renferme plus que des cellules épithéliales remplies de graisse. La figure 6 montre comment celle ci est disposée, toujours sous la forme de grains et de gouttelettes, dans toute l'étendue du corps cellulaire. Mais ici encore la zone sous-basale est libre, du moins on ne voit jamais de grains en contact avec le plateau. Le pied des cellules renferme également des grains noirs mais de beaucoup moins nombreux que partout ailleurs. Certaines cellules sont remplies au point qu'entre les gouttelettes on n'aperçoit plus que de place en place leur protoplasma, d'autres le sont moins et les gouttelettes sont pour la plupart isolées les unes des autres. De même que dans le cas de tritons sacrifiés au début de la digestion les gouttelettes de grande taille sont mélangées aux grains minuscules. Il semble cependant que ceux-ci sont plus abondants dans les couches internes du protoplasma.

Les grains uniquement gris ne sont ni aussi visibles ni aussi nombreux, masqués qu'ils sont peut-être par leur voisins noirs plus volumineux. Je n'ai jamais vu de corps safranophiles, mais on a souvent sous le yeux des boules noires avec zone grise excentrique.

Chez la grenouille les images observées sont les mêmes que celles que fournit le triton sauf que les gouttelettes noircies par l'acide osmique sont plus petites, du moins dans les stades peu avancés de l'absorption. Sans compter les grains homogènes gris ou rouges et les boules à corpuscule safranophile dont j'ai déjà parlé et que représente la fig. 11 (pl. II grenouille à jeun), on constate chez cet animal, par exemple une

heure après l'ingestion d'huile (pl. II, fig. 10 et 20) une extrême abondance de grains que n'ont colorés ni la safranine ni les divers violets. Ces grains ne se rencontrent pour ainsi dire pas (je n'oserais dire jamais) dans l'extrémité profonde du corps cellulaire au dessous du noyau, et il n'y en a pas non plus dans la zone protoplasmique sous-basale. Quatre heures après l'ingestion d'huile (fig. 9) toutes les cellules sont farcies de grains noirs. Il y en a cependant moins dans leur extrémité externe et pas trace dans la zone sous-basale. Un certain nombre de grains sont gris et d'autres noirs avec zone grise, mais ce dernier détail, quoique indiscutable, est moins visible que chez le triton à cause de la taille plus exigüe des gouttelettes; partant les images sont moins démonstratives. Enfin pas plus que chez le triton je n'ai aperçu à ce stade de corps colorés par la safranine.

Outre le triton, la grenouille et le lézard j'ai eu l'occasion d'examiner d'autres animaux dont les cellules intestinales renfermaient de la graisse; chez tous, chien, chat nouveau-né, rat, souris, chauve-souris, les granulations graisseuses plus ou moins abondantes, plus ou moins volumineuses, étaient localisées exclusivement à la zone protoplasmique située immédiatement en dedans du noyau sans empiéter jamais sur la zone sous-basale. Ce fait était particulièrement frappant chez la chauve-souris. J'ai des préparations dans lesquelles toutes les cellules d'une même villosité renferment de la graisse. On voit alors, en faisant usage d'un faible grossissement qui ne permet pas de délimiter nettement les contours des gouttelettes noires, une trainée noire qui court le long du bord interne de la rangée des noyaux qui sont tous régulièrement placés à la même hauteur. La fig. 14 dessinée d'après une préparation de ce genre rend compte de la situation des gouttelettes.

Dans certains cas les grains occupent une situation remarquable que Krehl¹⁾ a signalée et figurée dans la planche annexée à son travail. On les trouve autour du noyau. Je les ai observés moi-même dans cette situation dans les cellules épithéliales de l'intestin de têtards de grenouille nourris avec des épinards et dans les cellules épithéliales superficielles de l'estomac de l'orvet. Je n'ose affirmer que

¹⁾ Krehl, Loc. cit.

dans ce dernier cas il s'agisse réellement d'images dûes à des phénomènes d'absorption; c'est cependant probable.

J'arrive maintenant à une question qui me paraît loin d'être résolue. Je veux parler des éléments si curieux qu'Heidenhain étudie, sous le nom de phagocytes, dans l'épithélium intestinal du cobaye, et qui, d'après lui, auraient été aperçus pour la première fois il y a longtemps déjà par Heitzmann ¹⁾. Mes observations portent exclusivement sur la grenouille, de telle sorte que malgré la similitude frappante qu'il y a entre les images que j'ai vues et celles que figure Heidenhain (cet auteur produit également un dessin de phagocyte dans l'épithélium de la grenouille), je dois me montrer très réservé dans la comparaison des résultats auxquels celui-ci est arrivé et de ceux que j'ai obtenus d'autant plus que je n'ai pas employé les mêmes réactifs. Quoiqu'il en soit, chez toutes les grenouilles que j'ai examinées on trouve dans le revêtement épithélial de l'intestin, plus abondants chez les unes, plus rares chez les autres, des amas extrêmement volumineux de petits corps sphériques groupés généralement en grand nombre autour d'un noyau et dont l'ensemble constituerait le phagocyte tel que le décrit Heidenhain. Les figures 15, 16, 17, 18 et 20 toutes dessinées d'après des coupes de pièces fixées par le liquide de Flemming et colorées par la safranine et le krystallviolet, représentent divers aspects de ces soi-disant phagocytes. Un coup d'œil jeté sur ces figures fait voir que ces éléments sont en somme composés tous de la même façon, c'est-à-dire par un noyau, par des grains et des boules plus ou moins développés, enfin par une substance vaguement granuleuse irrégulièrement répartie entre ceux-ci et agencée parfois en travées épaisses limitant des espaces clairs. Cet ensemble a la valeur d'un élément cellulaire. Le noyau se présente sous des aspects variables. Tantôt (fig. 15, 16, 20) il est ovoïde, clair, nettement réticulé avec des grains de chromatine localisés aux points nodaux du réticulum, ayant en tous points la configuration, souvent même les dimensions, d'un noyau de cellule épithéliale. Tantôt le noyau est déformé (fig. 17, 18 et 20)

¹⁾ Heitzmann, Zur Geschichte der Dünndarmzotten. Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 28. 1868.

coloré en rouge d'une façon diffuse, quoique le réseau et les grains de chromatine soient encore très nets, tantôt enfin (fig. 19 et 20) il présente les caractères, tels qu'on les décrit aujourd'hui, d'un noyau en pleine voie de régression. Les corpuscules sont de divers ordres. D'abord leur taille varie du grain extraordinairement petit à la boule volumineuse aussi grosse que le noyau. D'autre part, ou bien ils sont homogènes, et alors simplement jaunâtres (sans doute par l'action du liquide de Flemming) ou gris, et assez fortement réfringents; ou bien ils sont complètement rouges; ou bien enfin ils sont composés d'une masse homogène gris-jaunâtre renfermant un ou plusieurs grains rouges ou juxtaposée à une masse plus considérable et également colorée en rouge. La comparaison de ces grains et de ces boules avec ceux que j'ai décrits, isolés dans le protoplasme cellulaire chez le triton (fig. 2) et chez la grenouille (fig. 11), me semble instructive. Il y a entre eux une analogie frappante pour ne pas dire une identité absolue et ce que j'ai dit des uns pourrait s'appliquer aux autres. J'ajouterai que quelquefois quelques unes de ces boules sont légèrement violettes (fig. 18) et que dans d'autres cas elles affectent avec le noyau des rapports étroits (fig. 17): elles sont nichées dans des dépressions de sa surface.

Relativement à leur situation il est évident que ces cellules sont logées entre les éléments épithéliaux. D'autre part on les rencontre à des niveaux variables, quoique dans la grande majorité des cas elles soient plus rapprochées de la surface que les noyaux des cellules épithéliales. Il n'est même pas rare d'en voir qui font saillie dans la cavité de l'intestin (fig. 19), prêtes à y tomber. Dans la profondeur de l'épithélium, entre les pieds des cellules épithéliales, là où se trouvent les noyaux des soi-disant cellules de remplacement on observe également des grains jaunâtres de dimensions variables, mais ils ne forment pas d'amas aussi réguliers ni aussi volumineux que ceux qui se trouvent sur un niveau plus rapproché de la surface de l'épithélium. Au lieu d'être tassés les uns contre les autres de manière à représenter dans leur ensemble une masse assez régulière, sphérique ou ovoïde, ils constituent plutôt des espèces de trainées plus ou moins longues dont la direction générale est celle même du grand axe des cellules épi-

théliales. Ces grains profonds sont, sans aucun doute, de même nature que les superficiels; ils doivent, comme ceux ci, être associés à un noyau et à une substance granuleuse, le tout ayant la valeur d'une cellule, mais je n'ai jamais pu, ayant sous les yeux un groupe de ces grains avoisinant plusieurs noyaux, rattacher ce groupe à l'un ou à l'autre de ces noyaux.

Indépendamment de ces formations l'épithélium intestinal de la grenouille, comme celui de tous les autres animaux, renferme, on le sait, des leucocytes faciles à distinguer, grâce à leur noyau qui est plus petit et plus coloré que celui des cellules épithéliales. Ces leucocytes sont logés dans les espaces intercellulaires à des hauteurs variables, tantôt isolés, tantôt groupés. Leur noyau présente souvent des formes bizarres, il peut être tortueux, ou allongé en forme de sablier comme s'il était étiré, et dans ce dernier cas son grand axe est orienté d'une façon quelconque aussi bien perpendiculairement que parallèlement au grand axe des éléments épithéliaux. J'ajouterai enfin que ces cellules migratrices semblent susceptibles, ainsi que je l'ai avancé il y a déjà plusieurs années¹⁾, de se diviser dans l'épithélium même.

Je n'ai jamais rencontré les „phagocytes“ dans l'épithélium intestinal ailleurs que chez la grenouille. Heidenhain les décrit chez le cobaye et assure ne les avoir rencontrés qu'exceptionnellement chez le lapin, jamais chez le chien. Pour mon compte je les ai cherchés en vain chez d'autres animaux, tels que le chat, l'écureuil, la chauve souris . . . etc.

Je laisse de côté cette question pour y revenir plus tard et je terminerai la description des faits par quelques observations relatives au noyau des cellules épithéliales.

Chez l'homme (fig. 21 et 22) les noyaux (je ne parle que de l'épithélium des villosités) se manifestent sous des aspects divers. Indépendamment de leur forme qui est assez variable tout en se rapprochant communément de la forme ovoïde, ils présentent vis-à-vis de la safranine et du violet de méthyle des réactions très tranchées,

¹⁾ A. Nicolas, La Karyokinèse dans l'épithélium intestinal. Comptes rendus de la Soc. de Biol. 1887.

les uns sont colorés en violet presque pur, les autres en rouge¹⁾. Avec l'aide de l'objectif de Zeiss de 1,60 d'ouverture numérique j'ai pu me convaincre que ces deux substances, l'une colorée par le violet, l'autre par la safranine, sont mélangées. Il y a uniquement prédominance de l'une sur l'autre, prédominance telle que l'une ou l'autre seulement des deux couleurs saute aux yeux.

J'ai cherché en vain à voir si à ces états réactionnels divers des noyaux correspondaient des états également divers du protoplasma. J'ai vu seulement assez souvent des cellules dont les noyaux d'apparence plus claire, et comme gonflés (fig. 21), renfermaient un très petit nombre de grains violets, tandis que le protoplasma avait un aspect en quelque sorte plus homogène que celui des cellules voisines et se trouvait teinté en rose-jaunâtre. D'autres fois cet état spécial était encore plus accentué; le protoplasma était homogène et réfringent avec une couleur rouge-orangée, le noyau violacé était comme ratatiné; et toute la cellule paraissait rapetissée, comprimée par les cellules voisines; son plateau n'était plus strié. Ces éléments n'étaient certainement pas des cellules en voie de transformation muqueuse. Je les considère plutôt comme des cellules en voie d'atrophie.

Chez quelques autres animaux (écureuil, souris) j'ai constaté souvent que certains noyaux ne se colorent pas; malgré toutes les tentatives ils gardent obstinément une teinte jaune et un aspect réfringent tout spécial. Cela ne tient certainement pas aux réactifs; car à côté de ces noyaux les autres se montrent parfaitement colorés. Dans ce cas aussi j'estime qu'il s'agit de noyaux en voie de régression ou, ce qui n'est pas beaucoup dire, dans un état spécial, indéterminé, lié au fonctionnement de l'élément.

A côté de ces faits que je rapporte sans pouvoir établir leur signification d'une façon précise il est une question que je veux soulever et dont l'importance me paraît considérable. Le noyau des cellules épithéliales de l'intestin subit-il des modifications pendant l'absorption et quelles sont ces modifications?

¹⁾ Ces colorations diverses de noyaux appartenant à un même épithélium ont déjà été signalées, entre autres par Lukjanow. *Beiträge zur Morphologie der Zelle. Arch. f. Anat. und Physiol. Physiol. Abt. 1887.*

Tout d'abord lorsque les cellules sont très abondamment remplies de gouttelettes grasses les noyaux se trouvent déformés (fig. 7 et 14). Leur extrémité interne est aplatie et refoulée par la pression qui s'exerce sur elle de la surface vers la profondeur. Quand la graisse a disparu, le noyau revient sur lui-même grâce à son élasticité. Mais, outre ces changements de forme, le noyau paraît être aussi le siège de modifications qualitatives et quantitatives portant sur les substances qui entrent dans sa constitution. La comparaison des figures 2, 5, 6, 10, 15 et 20 permet du moins de le penser. Chez le triton à jeun le noyau montre, après coloration par la safranine, des grains de chromatine, isolés ou groupés, aux points nodaux du réticulum ou à la périphérie sous la membrane d'enveloppe, toujours colorés en rouge-vif. Lorsque les cellules renferment de la graisse, et surtout lorsqu'elles en renferment beaucoup, les grains colorés sont moins abondants et la teinte rouge a fait place à une couleur vineuse (fig. 5) qui peut être extrêmement pâle (fig. 6). Dans ce dernier cas, si l'on examine la préparation à l'aide d'un faible grossissement, les noyaux forment des taches claires qui tranchent vivement sur la coloration noire de l'ensemble des cellules. Cet aspect si remarquable est peut-être encore plus frappant chez la grenouille. Ici, lorsque l'animal est à l'état de jeûne, ou du moins lorsque les cellules ne renferment pas de graisse, les noyaux ont d'habitude l'aspect qu'on leur voit sur les fig. 10, 15, 20, c'est à dire sont formés d'un réticulum avec grains rouges disséminés sur les travées de celui-ci. Dans quelques cas cependant (fig. 11) ce n'est pas ainsi qu'ils se présentent. Ils sont clairs, leur réseau est indistinct, et ils renferment un ou deux gros nucléoles chromatiques. Je me hâte de dire que cette forme n'est pas fréquente dans les coupes de pièces prises chez un animal à jeun et traitées par le liquide de Flemming; elle est de règle au contraire chez les grenouilles à qui on a fait ingérer de la graisse (fig. 9), sauf pour les noyaux des cellules profondes. Dans les endroits où il n'existe qu'une rangée unique de cellules on n'aperçoit que des noyaux pâles munis d'un ou de deux gros nucléoles chromatiques. De plus, fait essentiel, ces nucléoles au lieu d'être colorés en rouge sont violets.

Je ne sache pas que ces transformations du noyau aient attiré

jusqu'alors l'attention d'aucun observateur. Heidenhain les a cependant peut être vues, sans qu'il en parle d'ailleurs. La fig. 36. pl. IV de son important travail „sur l'histologie et la physiologie de la muqueuse de l'intestin grêle“, ainsi que la fig. 33, représentent des coupes de l'épithélium d'une villosité intestinale chez le lapin et chez le jeune chien. Quoique les cellules chargées de graisse soient vues à un assez faible grossissement et qu'elles ne montrent aucun détail d'ordre cytologique, il me semble que les noyaux sont plus clairs ou colorés d'une façon plus diffuse que dans les autres figures. C'est là, au surplus, une simple remarque que je voulais faire, puisque, je le repète, Heidenhain ne fait aucune allusion à ces détails.

De mes observations il résulte que l'on peut affirmer que les noyaux des cellules épithéliales de l'intestin renferment deux substances, colorables l'une par la safranine, l'autre par le violet de méthyle (ou par le krystallviolet). Ces deux substances coexistent en proportions variables. L'une peut prédominer, d'où coloration essentiellement rouge ou essentiellement violette. Dans certains cas (triton à jeun, grenouille à jeun) la substance rouge existe ou paraît exister seule. Du moins les moyens optiques dont nous disposons ne permettent pas d'y découvrir en quantité appréciable une substance violette distincte de la rouge. Sous certaines influences, l'absorption par exemple, et peut-être aussi la régression, la substance rouge disparaît pour faire place à la substance violette, ou bien perd la propriété de se colorer en rouge et se teinte alors plus ou moins franchement en violet.

En somme ces faits concordent, jusqu'à un certain point, avec ceux annoncés par Hermann¹⁾. Cet auteur déclare que dans les glandes muqueuses de la langue, dans la sous-maxillaire à type séreux (lapin) ou à type muqueux (chien), dans les cellules caliciformes de l'épithélium buccal (larves de salamandre), le noyau des cellules au repos remplies par le produit de sécrétion renferme des grains chromatiques à coloration rouge (dans les coupes colorées à la safranine et au violet de gentiane). Au contraire les cellules vides de produit sécrété contiennent un réseau chromatique teinté en violet. On verra plus loin que

¹⁾ Hermann, Ueber regressive Metamorphosen des Zellkernes. Anatomischer Anzeiger. 1888.

dans les cellules épithéliales de l'intestin le produit de sécrétion à la vérité ne disparaît pas, mais qu'il est utilisé sur place et vraisemblablement transformé, ce qui équivaut à une sorte de disparition.

Maintenant que j'ai exposé le résultat de mes recherches il faut interpréter les faits. Il ne sera plus question du noyau, et le problème consiste à établir, d'une part ce que sont les enclaves, grains et boules, du protoplasma des cellules épithéliales, d'autre part quel rôle elles jouent, si tant est qu'elles en jouent un, dans la vie de ces cellules.

Heidenhain ¹⁾ a observé chez le cobaye et le lapin des formations dont la configuration me paraît être identique à celle que j'ai étudiée moi-même chez le triton et la grenouille. Voici d'ailleurs comment il s'exprime à cet égard: „Il n'est pas rare de rencontrer dans le corps cellulaire des formations remarquables qui n'ont pas été aperçues jusqu'alors et qui cependant méritent, sans aucun doute, de fixer l'attention. Ces „enclaves“ ne se rencontrent pas en égale abondance chez tous les animaux; elles sont surtout fréquentes chez le cobaye et le lapin qui, pour cette raison, m'ont servi d'objets d'études. La meilleure méthode consiste à fixer la muqueuse dans la solution saturée d'acide picrique; puis on durcit dans l'alcool, on colore dans le carmin aluné, on déshydrate dans l'alcool-picrique et on inclut finalement dans la paraffine. Dans les préparations ainsi traitées on rencontre çà et là (fig. XV et fig. XIV) dans les cellules des corpuscules arrondis plus ou moins volumineux, fortement colorés en rouge et entourés d'une aire jaune plus claire qui par son aspect homogène tranche nettement sur le protoplasma granuleux environnant. Parfois la formation centrale rouge fait défaut; dans d'autres cas il y a plusieurs corpuscules rouges dans la masse de substance homogène. A première vue j'ai cru avoir affaire à quelque parasite. Mais lorsque j'eus rencontré ces éléments libres dans le parenchyme des villosités et dans les glandes mésentériques, quand je vis en outre qu'ils devenaient plus nombreux quand

¹⁾ Heidenhain, Loc. cit. p. 22.

les animaux avaient été fortement pilocarpinisés, je dus abandonner cette hypothèse. L'idée la plus vraisemblable est qu'il s'agit de détritiques de leucocytes morts qui ont pénétré dans les cellules épithéliales et y ont été détruits. En faveur de cette interprétation parle ce fait que l'on trouve souvent des cellules migratrices déprimant fortement le corps cellulaire mou des cellules épithéliales et faisant l'effet d'éléments en train de pénétrer dans l'intérieur de celles-ci.

J'ai observé en outre une tout autre espèce d'enclaves chez des chiens nouveau-nés qui avaient déjà tétés. Dans la fig. XII on voit dans une coupe de villosité, après fixation dans le sublimé et coloration par le mélange d'Ehrlich-Biondi, des formations homogènes en forme de boules qui se sont colorées intensément en rouge. Leur nombre et leur taille varient d'une cellule à une autre; là où elles sont très grosses il n'y en a qu'une; quand elles sont petites il y en a tout un groupe dans le protoplasma. Ça et là il semble qu'il y en ait aussi entre les cellules. Je ne les ai jamais vues dans l'épithélium du fœtus. Apparaissant après la première prise de nourriture, elles existent encore le troisième et le quatrième jour après la naissance. Au douzième jour, par contre, elles manquent complètement. Il me paraît que ce sont là des produits d'excrétion de nature albuminoïde formés par le protoplasma, qui commencent à apparaître avec le début de l'activité absorbante des cellules et qui disparaissent ensuite peu à peu. Chez un lapin nouveau-né je les ai cherchées en vain.

Cette longue citation que j'ai tenu à rapporter textuellement ne laisse aucun doute. Les „enclaves“ d'Heidenhain sont bien celles que j'ai vues. Mais avant lui elles avaient été observées en différents endroits, dans l'épithélium stomacal de la salamandre par exemple. En 1887, Lukjanow ¹⁾ décrit en effet sous le nom générique d'enclaves extranucléaires paraplasmiques une série de formations comprenant essentiellement: des „plasmosomes“ qui se colorent par l'éosine ou la safranine; des „karyosomes“ qui se colorent par l'hématoxyline; des grains achromatiques; des grains de zymogène qui se colorent par l'éosine ou la safranine; enfin des sphères mucinoïdes. Ces formations

¹⁾ Lukjanow, Beiträge zur Morphologie der Zelle. Arch. für Anat. und Physiol. Physiol. Abt. Supplementheft. 1887.

peuvent se combiner d'une foule de manières qu'indique et que figure Lukjanow, donnant ainsi naissance à des aspects plus ou moins compliqués. Un coup d'œil jeté sur les figures annexées au travail de cet auteur fera voir en plusieurs endroits des images comparables à celles que reproduit Heidenhain et surtout à celles que j'ai dessinées. D'ailleurs Lukjanow se contente d'une simple énumération de faits et ne les interprète pas.

A la suite de Lukjanow un de ses élèves, Steinhaus¹⁾ étudia l'année suivante dans l'épithélium intestinal de la salamandre les enclaves si curieuses que son maître avait analysées et classées avec tant de soin. Il les interprète d'une façon toute particulière sur laquelle je reviendrai plus loin.

A part ces deux histologistes et R. Heidenhain, je ne connais que Martin Heidenhain²⁾ qui ait signalé tout récemment dans les cellules des glandes pelviennes du triton la formation, à un certain stade de la sécrétion, d'éléments qu'il appelle „granulations à demi-lune“ et qui ressemblent de très près aux boules à croissant safranophile que j'ai décrites précédemment. J'aurai l'occasion de reparler de ces granulations dans la seconde partie de ce travail. Je crois enfin que certaines des formations décrites par Gaule³⁾, Nussbaum⁴⁾ et Ogata⁵⁾ sous le nom de noyaux-accessoires (Nebenkerne) dans les cellules du pancréas chez la grenouille et chez d'autres Amphibiens sont identiques à celles que je viens de décrire.

En admettant que les formations signalées par ces différents auteurs et par moi-même soient les mêmes, et je crois que cela est à peu près certain, il s'agit de déterminer leur provenance. Sont-elles amenées de l'extérieur, c'est à dire soit de la cavité intestinale dans les cellules, soit du stroma des villosités ou des replis dans ces mêmes cellules?

¹⁾ Steinhaus, Les métamorphoses et la gemmation indirecte des noyaux dans l'épithélium de la *Salamandra maculosa*. Arch. de Physiol. normale et path. 1888.

²⁾ Martin Heidenhain, Loc. cit.

³⁾ Gaule, Kerne, Nebenkerne und Cytozoen. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. 1881.

⁴⁾ Nussbaum, Ueber den Bau und die Thätigkeit der Drüsen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 21.

⁵⁾ Ogata, Die Veränderungen der Pankreaszelle. Arch. f. Anat. und Physiol. 1883.

ou bien prennent-elles naissance dans les cellules elles mêmes, et alors sont-elles d'origine protoplasmique ou d'origine nucléaire? ou bien enfin comme le pense Heidenhain, sont-ce des débris de leucocytes migrants?

J'écarte d'emblée la première hypothèse parce je n'ai jamais vu de ces corps dans la lumière de l'intestin, pas plus que dans le stroma des replis. On sait que chez la grenouille et le triton le stroma en question est réduit à son minimum; s'il renfermait des grains ou des boules, ceux ci n'échapperaient certainement pas à l'observation. D'autre part pourquoi l'extrémité profonde des cellules serait-elle constamment dépourvue de ces enclaves? Pourquoi la zone condensée située sous le plateau en serait-elle aussi toujours privée? Pourquoi enfin n'en rencontrerait-on pas entre les cellules? Pour toutes ces raisons je rejette l'idée de la pénétration de ces corps de l'extérieur dans les cellules.

Quant à l'opinion d'Heidenhain elle ne me paraît pas non plus très fondée. Sans doute il y a des leucocytes migrants qui s'avancent très près de la surface de l'épithélium, mais si le fait est très fréquent chez beaucoup de Mammifères (homme, chat, rat etc.) il est rare, j'oserais presque dire exceptionnel, chez le triton. Sans doute aussi il y a des leucocytes qui semblent pénétrer dans l'intérieur de cellules épithéliales et rester inclus dans leur protoplasma, mais n'est ce pas le plus souvent une simple apparence? J'ai vu, comme d'autres histologistes l'ont vu avant moi, des cellules épithéliales montrant outre leur noyau habituel un corps sphérique très coloré séparé du protoplasma environnant par une zone claire et dont la situation était indiscutablement intra-cellulaire. Mais est ce bien là un leucocyte? Ces caractères sont-ils suffisants pour déterminer aussi catégoriquement cet élément insolite? Il me semble qu'il existe une tendance exagérée à appeler leucocytes, dans l'épithélium intestinal (et aussi ailleurs), tout ce qui n'est pas cellule épithéliale. En tous cas, et même en admettant qu'il peut exister des leucocytes intra-protoplasmiques, une chose certaine c'est qu'ils sont relativement rares. Or les grains et les boules, safranophiles ou non, sont constants chez le triton et abondants au point qu'il ne faut pas songer un seul instant qu'ils ont pour origine les quelques leucocytes qui se trouvent de ci de là près de la surface de l'épithélium. Il faudrait de plus trouver

des formes de passage. Enfin c'est surtout entre les pieds des cellules épithéliales que se rencontrent les cellules migratrices. Si celles-ci sont capables de pénétrer dans le corps des éléments qui les avoisinent elles doivent donc le faire à ce niveau aussi bien, si ce n'est mieux, qu'en des points plus rapprochés de la surface, et, une fois ainsi incorporées, elles pourraient se détruire. Or jamais, je le répète, je n'ai aperçu de boules dans la partie profonde des cellules, et Heidenhain lui même n'en figure pas à cet endroit — Heidenhain s'appuie pour soutenir son hypothèse sur ce fait qu'il a trouvé ces éléments dans les glandes mésentériques et dans le parenchyme de la villosité. Pour ce qui en est du triton et de la grenouille j'ai déjà dit que je n'en ai jamais rencontré dans le stroma des replis. Sur les Mammifères je n'ai pas d'observation personnelle à produire et je discuterai ce point plus loin, ainsi que l'influence de la pilocarpine.

Reste donc la dernière hypothèse: les grains et les boules sont élaborés dans l'intérieur des cellules elles-mêmes. C'est cette dernière hypothèse que j'accepte. Mais se forment-ils aux dépens du noyau ou aux dépens du protoplasma? Ou bien ces deux parties constitutives de la cellule prennent-elles part à leur élaboration? En faveur de l'origine nucléaire il n'y a d'autre argument que celui tiré des rapports étroits qu'affectent parfois les boules vis-à-vis du noyau (pl. II. fig. 17) mais cet argument est insuffisant. La déformation des noyaux par la pression qu'exercent sur eux les gouttelettes graisseuses (fig. 7) prouve assez leur plasticité, et l'on conçoit, à la rigueur, qu'une gouttelette formée à leur contact mais aux dépens du protoplasma puisse les déformer tout aussi bien. Je me hâte toutefois d'ajouter que cette dernière explication n'est pas non plus suffisante pour faire rejeter l'origine aux dépens du noyau. Cependant les cas où les grains et boules n'affectent absolument aucun rapport avec les noyaux étant infiniment plus nombreux que les cas inverses, on arrive finalement à penser que ces formations prennent naissance aux dépens du protoplasma. Le noyau entre peut-être aussi pour une certaine part dans leur élaboration mais j'ignore ce qu'est cette part.

Les enclaves en question sont donc des produits de la cellule épithéliale, produits normaux, constants et caractéristiques, qui doivent

être assimilés à de véritables produits de sécrétion. Il ne peut pas en effet être question de dégénérescence, à moins que d'une dégénérescence partielle, impossible à distinguer d'une sécrétion, et qui n'aboutit jamais, du moins chez le triton, à la mort de la cellule. Un phénomène réellement dégénératif ne serait pas non plus répandu à ce point. Il est permis de penser que les différences de taille que présentent ces enclaves n'impliquent pas des différences de nature mais plutôt des phases diverses d'accroissement. Les grains représentent sans doute le premier terme de l'activité sécrétoire. Sont-ils dès leur apparition constitués par une substance safranophile et par une substance non safranophile? Je ne pourrais l'affirmer. Il y a des grains rouges et des grains incolores, mais ils sont si petits qu'il est impossible de voir si au grain rouge est annexée une masse incolore ou inversement.

Une fois formés que deviennent les grains? des boules, cela est évident; mais est-ce en se fusionnant les uns avec les autres, ou bien s'accroissent ils isolément, chacun pour son propre compte, et par apposition de couches nouvelles sécrétées par le protoplasma ambiant? Sur ce point encore je ne suis pas en mesure de me prononcer d'une façon positive. S'il y a coalescence de boules ou de grains l'examen le plus attentif ne me l'a jamais montré; les uns comme les autres sont toujours nettement isolés. On peut penser cependant que les boules qui possèdent deux grains safranophiles résultent de la confluence de deux boules plus petites à grain unique. Au surplus cette question n'a qu'une importance secondaire et les deux modes de formation et d'accroissement des boules par apposition et par coalescence ne s'excluent nullement l'un l'autre.

La production de ces enclaves est constante mais irrégulière. Chaque cellule épithéliale conserve son individualité en tant qu'élément sécréteur de même qu'elle la garde en tant qu'élément absorbant. Telle cellule ne renfermera que des grains, telle autre des grains et des boules, une troisième enfin seulement des boules. De plus des influences variées peuvent accélérer ou retarder cette élaboration, probablement aussi empêcher l'accroissement des produits sécrétés. Heidenhain, ainsi qu'on l'a vu, reconnaît que l'administration d'une forte dose de pilocarpine augmente la quantité des enclaves, seulement la con-

clusion qu'il en tire relativement à l'origine de celles-ci est tout autre que celle que je propose. Loin de considérer ce fait comme une preuve en faveur de l'origine aux dépens de leucocytes migrants dégénérés, je pense plutôt que la pilocarpine surexcite l'activité des cellules. L'ingestion de substances alimentaires agirait aussi dans le même sens, mais aurait peut-être de plus une autre influence. Pour le dire immédiatement je crois que la formation des grains et des boules est en rapport avec l'absorption; je crois que ces grains et ces boules constituent le substratum sur lequel se déposent les substances (spécialement les graisses en solution) qui pénètrent par imbibition dans les cellules épithéliales. Si c'est bien là le rôle de ces enclaves on comprend que lorsque l'ingestion de nourriture est fréquente, c'est à dire lorsque l'absorption se fait d'une façon presque incessante, les grains n'ont pas le temps de devenir des boules, sans que pour cela leurs propriétés soient amoindries. Au contraire chez les animaux qui mangent peu ou rarement, ou qui mangent des substances difficilement et lentement solubles, enfin et surtout chez les animaux qui ont jeûné longtemps et qui peuvent rester privés de nourriture plusieurs jours sans inconvénients, les grains sécrétés ont tout le temps nécessaire pour s'accroître beaucoup. De cette façon s'expliquerait l'absence de boules chez les Mammifères, sauf dans certaines conditions, et leur taille considérable chez les Batraciens à jeun. De cette façon s'expliquerait aussi le fait observé par Heidenhain (loc. cit.) chez le chien nouveau-né. Dans les premiers jours après la naissance „ces produits d'excrétion de nature albuminoïde formés par le protoplasma commencent à apparaître avec le début de l'activité absorbante des cellules“; celle-ci une fois bien établie les boules disparaissent complètement et l'on n'aperçoit plus que des grains.

Les considérations que je viens de développer me ramènent aux soi-disant phagocytes dont j'ai donné précédemment les caractères. Je ne veux faire allusion qu'à ceux de la grenouille, n'ayant pas examiné le cobaye. J'ai montré l'analogie, pour ne pas dire l'identité, qu'il y a

entre les boules qui constituent ces éléments et les boules éparses dans les cellules épithéliales. Je rappellerai, d'autre part, que leur noyau présente souvent les caractères d'un noyau en voie de régression. Pour ces raisons, et sans vouloir nier absolument la possibilité d'une pénétration de véritables phagocytes dans le revêtement épithélial, je pense que les éléments en question sont des cellules épithéliales dans lesquelles la production de boules s'est faite rapidement dans toute la masse du protoplasma. Ce qui n'est habituellement qu'une sécrétion est devenu une véritable dégénérescence qui compromet la vitalité de l'élément et le conduit à sa mort. Ce qui tend à prouver qu'il s'agit bien d'éléments dont le protoplasma s'est transformé dans son entier en produits de sécrétion, c'est que leur abondance est beaucoup plus considérable immédiatement, ou du moins peu de temps, après l'ingestion d'un aliment. La fig. 20, dessinée d'après un endroit de l'épithélium pris au hasard, donne une idée de leur nombre chez une grenouille, une heure après l'ingestion d'huile. Il n'est pas douteux que si ces éléments étaient des leucocytes-phagocytes immigrés en colonnes serrées dans l'épithélium on en constaterait dans le stroma des replis. Or jamais je n'en ai vu à cet endroit. D'autre part, on ne voit réellement pas comment des leucocytes migrants, fussent-ils même intracellulaires, arriveraient à s'incorporer toutes les boules qu'ils rencontreraient dans l'élément qui les héberge. A plus forte raison ne le comprend-on pas pour des leucocytes situés entre les cellules, puisqu'il n'y a pas de produits de sécrétion dans les espaces inter-cellulaires.

Pourquoi les cellules épithéliales de la grenouille sont-elles susceptibles de se transformer ainsi, alors que celles du triton, du lézard et celles des Mammifères en général ne sont jamais le siège de semblables phénomènes? C'est là un fait curieux que je ne m'explique pas. Indique-t-il une spécialisation de certains éléments plus particulièrement aptes à sécréter? Prouve-t-il une résistance moindre des cellules de la grenouille vis-à-vis des influences qui peuvent mettre en jeu leur activité? On pourrait multiplier les hypothèses; mais l'étude plus attentive des conditions dans lesquelles apparaissent ces éléments permettra seule de résoudre le problème.

La question qui se pose maintenant est celle de savoir quelle est la nature de ces produits de sécrétion.

Je me hâte de dire que les méthodes que j'ai mises en usage ne renseignent sur ce point que d'une façon très vague. Ce qui paraît certain c'est que les grains et les boules ne sont pas formés par de la graisse, ou plutôt exclusivement par de la graisse. Lorsqu'on se sert du liquide de Flemming comme réactif fixateur les boules prennent une teinte jaune ou jaune-grisâtre (dans mes dessins je les ai représentées plus ou moins grises pour ne pas compliquer outre mesure le travail du lithographe). De même après l'action de l'acide osmique seul. Parfois la teinte grise est assez foncée, mais en tous cas leur couleur n'est jamais noire comme celles des gouttelettes que l'on voit après que l'animal a ingéré un corps gras. Je rappelle aussi que souvent après l'action du violet de méthyle on observe une coloration violacée, et qu'enfin la réfringence de ces enclaves est parfois assez prononcée. Lorsqu'on emploie des réactifs fixateurs autres que ceux à base d'acide osmique les boules et les grains sont encore visibles, mais ils ne présentent plus de teinte grise; ils sont également beaucoup moins réfringents, par le fait moins nets.

Etant donné que pour l'inclusion des pièces et le montage des coupes on se sert d'alcool, d'une huile essentielle et de xylol, il résulte de ce qui précède que les enclaves sécrétées par le protoplasma ne sont solubles ni dans l'un ni dans l'autre de ces réactifs. Elles le sont cependant en partie puisque la substance qui leur donnait un indice de réfraction élevé a disparu. Donc les boules renferment une substance que l'acide osmique colore en gris plus ou moins foncé, une substance réfringente soluble dans l'alcool ou le xylol, enfin une substance insoluble dans ces liquides. On peut penser que la substance réfringente est aussi celle qui se colore en gris, ce qui ramènerait à deux le nombre des éléments entrant dans la composition du produit de sécrétion des cellules. Quelle est cette substance réfringente qui réduit l'acide osmique? Est-ce un dérivé d'acide gras? Altmann¹⁾ a en effet montré que l'acide oléique et l'oléine seuls noircissaient sous l'influence de l'acide

¹⁾ Altmann, Loc. cit.

osmique, tous les autres acides gras ou corps gras neutres ne font que devenir gris. Mais il y a sans doute beaucoup d'autres substances qui se colorent après l'action de l'acide osmique. Nussbaum en particulier n'a-t-il pas fait voir que les ferments du pancréas, des glandes salivaires et des glandes à suc gastrique réduisent l'acide osmique? Je pense que, dans l'état actuel de nos connaissances, lorsqu'on se trouve en présence d'un corps simplement teinté par ce réactif, on ne peut pas affirmer que l'on affaire à de la graisse, du moins à de la graisse pure. Chacun sait, par exemple, avec quelle intensité les bâtonnets de la rétine se colorent en gris au contact de l'acide osmique. Ce n'est que par comparaison, et lorsqu'on connaît les conditions dans lesquelles on s'est placé, que la coloration noire peut être considérée comme caractéristique. Il n'est pas douteux qu'il s'agit réellement de graisse quand, examinant d'une part des cellules épithéliales d'un triton qui a jeûné pendant dix ou quinze jours, et d'autre part des cellules épithéliales d'un triton qui vient d'avaler de l'huile, on voit exclusivement dans ces dernières des gouttelettes noires.

En résumé et sans pouvoir être affirmatif, vu l'insuffisance de mes recherches, j'inclinerais volontiers à croire que les grains et les boules sécrétées par les cellules épithéliales de l'intestin sont de nature complexe et renferment des substances insolubles dans l'alcool et le xylol. N'oublions pas le ou les corps safranophiles si caractérisées par leur réaction et leur situation. N'y a-t-il pas dans cette localisation spéciale une particularité qui semble indiquer l'existence d'un produit de sécrétion fixe et bien déterminé. Ne pourrait-on pas penser qu'il s'agit d'un ferment? C'est à cette dernière hypothèse que je m'arrête car le rôle que me paraissent jouer les enclaves protoplasmiques le rend très plausible. C'est ce rôle que je vais maintenant examiner.

Un fait remarquable et sur lequel j'ai déjà à plusieurs reprises insisté, c'est que, dans les stades avancés de l'absorption, quand la quantité de gouttelettes graisseuses est abondante dans les cellules

épithéliales, on n'aperçoit plus la moindre trace ¹⁾ de boules ni de corps safranophiles. Ces formations sont constantes et bien nettes quand l'intestin est tout à fait vide; elles sont invisibles quand l'intestin est en pleine activité; donc, dans ce dernier cas, où bien elles n'existent plus, ou bien elles sont masquées par les gouttelettes noires, ou bien enfin elles sont devenues noires elles-mêmes. Je ne vois pas d'autres conclusions que celles là à déduire.

De ces trois hypothèses les deux premières ne sont pas soutenables. Les boules ne quittent pas le protoplasma quand l'absorption commence à se faire, pas plus qu'elles ne sont cachées par les gouttelettes graisseuses. L'examen des figures 4, 7, 12 ne laisse aucun doute à cet égard. Reste donc la troisième hypothèse: quand l'intestin renferme des corps gras les enclaves sécrétées par les cellules épithéliales noircissent sous l'influence de l'acide osmique, en d'autres termes, deviennent graisseuses. Cette conclusion me conduit à dire deux mots des théories qui ont été émises relativement à l'absorption des graisses.

Je ne rappellerai pas les diverses opinions sur la voie que suit la graisse pour pénétrer dans la circulation. L'historique complet de cette question a été fait dans divers mémoires et Heidenhain (loc. cit.) énumère les hypothèses qui ont été soutenues depuis que le problème a été posé. Actuellement la majorité des auteurs admettent que la graisse, émulsionnée par les différents sucs digestifs, pénètre dans les cellules épithéliales en nature, à l'état de gouttelettes extrêmement fines. Les contractions du protoplasma assureraient la progression de ces gouttelettes de la surface vers la profondeur. Quelques observateurs seulement se sont élevés contre cette manière de voir, et soutiennent que la graisse ne pénètre pas à l'état de graisse neutre molécularisée dans les éléments épithéliaux, mais sous la forme de solution. Elle serait au préalable saponifiée dans le tube digestif, et ses éléments (acides gras, glycérine, savons) dissous envahiraient par

¹⁾ Chez la grenouille les soi-disant phagocytes ont disparu, du moins dans des stades avancés de l'absorption, et ce fait tend encore à prouver que les boules qu'ils renferment sont des produits de sécrétion dont la destinée est la même que celle des produits élaborés dans les autres cellules.

osmose le protoplasma des cellules de l'épithélium. Différents arguments rassemblés par Krehl ¹⁾ plaident en faveur de cette opinion; ce sont les suivants: 1° l'absence constante de grains graisseux dans le plateau à bâtonnets, et dans la zone protoplasmique sous-jacente. On a expliqué ce fait en disant que la rapidité avec laquelle passent les grains de graisse est si grande qu'il est impossible de les saisir au moment où ils traversent le plateau, et que d'autre part, sous l'influence des réactifs, le protoplasma meurt en se contractant; cette contraction ferait pour ainsi dire rentrer les gouttelettes graisseuses dans les couches plus profondes du protoplasma. Ces explications sont de simples vues de l'esprit et ne reposent sur aucun fait d'observation.

2° On ne trouve pas dans la cavité de l'intestin une émulsion à gouttelettes aussi fines que celles que l'on observe dans les cellules épithéliales (Cash ²⁾, Munk ³⁾, Krehl ⁴⁾).

3° On n'a jamais pu faire pénétrer dans les cellules épithéliales des substances solides très fines.

4° Enfin Perewoznikoff ⁵⁾, Will ⁶⁾ et Ewald ⁷⁾ ont montré que les acides gras ou les savons sont absorbés sous forme de solution et donnent, à l'examen microscopique et après traitement par l'acide osmique, des images identiques à celles qu'on obtient lors de l'absorption des graisses neutres. Will déclare que ce fait se produit même si ce sont des acides gras à point de fusion élevé qui ne peuvent être émulsionnés dans l'intestin.

5° Plus récemment encore des recherches d'ordre purement chimi-

¹⁾ Krehl, Loc. cit.

²⁾ Cash, Ueber den Anteil des Magens und des Pankreas an der Verdauung des Fettes. Arbeiten aus der physiol. Anstalt zu Leipzig. 1880.

³⁾ Munk, Zur Frage der Fettresorption. Zeitschrift für physiologische Chemie. Bd. IX.

⁴⁾ Krehl, Loc. cit.

⁵⁾ Perewoznikoff, Zur Frage der Synthese des Fettes. Centralbl. f. d. med. Wiss. 1876.

⁶⁾ Will, Vorläufige Mitteilung über Fettresorption. Pflüger's Arch. Bd. XX. 1879.

⁷⁾ Ewald, Ueber Fettbildung durch die überlebende Darmschleimhaut. Arch. f. Anat. und Physiol. 1883.

que (Walther¹⁾, Munk et Rosenstein²⁾) que je signale seulement au lecteur apportent un nouvel appui à la théorie de l'absorption en solution.

Tous ces arguments que je ne fais que résumer ont une valeur que personne ne contestera, je m'arrêterai surtout à ceux que fournissent les travaux d'Altmann³⁾, Metzner⁴⁾, Krehl⁵⁾. Ces auteurs font jouer le rôle capital dans les phénomènes d'absorption et de sécrétion graisseuses aux „granula“ ou „bioblastes“ d'Altmann.

Je rappellerai en deux mots en quoi consiste l'ingénieuse théorie des bioblastes défendue par Altmann: Les cellules sont des colonies de granulations ou bioblastes, dont les éléments sont groupés dans le protoplasma sous la forme de zoogléas ou de filaments, et réunis par une substance indifférente. Ces granulations sont le substratum de toutes les manifestations vitales de la cellule. Ce sont elles qui deviennent graisseuses, non pas par suite d'un simple dépôt de graisse dans leur masse, mais par le fait d'une véritable synthèse qui s'opère aux dépens de leur propre substance et sous l'influence des propriétés spéciales de celle-ci. Pour ce qui en est de l'absorption intestinale en particulier, Krehl montre que dans les premiers stades les cellules épithéliales sont remplies de grains très fins, les uns gris, les autres noirs, leur coloration montrant tous les intermédiaires entre le gris clair et le noir le plus foncé. Au fur et à mesure que l'on s'adresse à des stades plus avancés les gris diminuent de nombre, tous deviennent noirs et en même temps ils grossissent et passent à l'état de gouttelettes plus ou moins volumineuses. Chez des Mammifères (chat) Krehl a constaté que les grains, surtout dans les stades peu avancés de l'absorption ne sont pas régulièrement noirs; beaucoup forment des disques clairs au centre et sombres à la périphérie. Plus tard les grains sont

¹⁾ Walther, Zur Lehre von der Fettesorption. Arch. f. Anat. und Physiol. 1890.

²⁾ Munk et Rosenstein, Ueber Darmresorption, nach Beobachtungen an einer Lymphfistel beim Menschen. Verhandlungen der physiologischen Gesellschaft zu Berlin. 1890.

³⁾ Altmann, Loc. cit.

⁴⁾ Metzner, Ueber die Beziehungen der Granula zum Fettansatz. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. 1890.

⁵⁾ Krehl, Loc. cit.

complètement noirs. Metzner et Altmann ont observé les mêmes particularités en différents endroits (organes adipo-formatifs, glandes graisseuses, foie . . etc.). L'envahissement des „granula“ par la graisse se ferait donc suivant deux processus différents. Dans un cas l'envahissement serait total, se ferait d'emblée; dans l'autre cas il serait progressif et se ferait de la périphérie vers le centre. Tels sont, extrêmement abrégés, les résultats publiés par Altmann et ses élèves. Je ne puis me prononcer sur la valeur de la théorie des bioblastes; il faut pour étudier ces éléments une technique spéciale que je n'ai pas expérimentée, de sorte que je ne possède aucune observation qui puisse m'autoriser à prendre parti pour ou contre la théorie d'Altmann. Mes conclusions toutefois concordent dans une certaine mesure avec celles de Krehl; par contre, sur certains points importants, elles en diffèrent complètement.

Avec Krehl je reconnais 1° que la graisse ne pénètre pas dans les cellules épithéliales à l'état de fines gouttelettes. 2° qu'il existe dans le protoplasma des éléments préformés, dans la substance desquels se déposent les composants des corps gras. Ces composants (acides gras, savons, glycérine) proviennent, ou bien de la saponification des graisses neutres introduites dans l'intestin, ou bien ont été ingérés isolément, à l'état libre. Tous sont sous la forme de solution et envahissent le protoplasma des cellules épithéliales par osmose. Sur ces points je suis d'accord avec Krehl, mais, contrairement à lui, je soutiens que dans les éléments épithéliaux à jeun il n'y a pas que des grains; il y a des formations plus complexes et plus volumineuses. Krehl prétend que les grains deviennent gris, puis noirs et grossissent. J'ai vu que les boules volumineuses sont également, comme les grains minuscules (fig. 3), envahies par la substance qui réduit l'acide osmique. La marche des phénomènes n'est donc pas absolument la même que celle indiquée par Krehl et me paraît plutôt être la suivante. A l'état de jeûne des grains se forment et s'accroissent pour devenir les boules à corps safranophile. Lorsque des corps gras neutres sont ingérés, ils sont saponifiés, et, en même temps que les acides gras libres, passent en solution dans le protoplasma des cellules épithéliales. Là ils se fixent sur les grains aussi bien que sur les boules, dans la

substance même de ces enclaves. Ils s'y trouvent alors soit à l'état d'acide gras (j'ai dit plus haut que, d'après Altmann, l'acide osmique noircit l'acide oléique), soit à l'état de graisse neutre. Il faudrait dans ce dernier cas admettre que tout ou partie de la substance des grains et des boules agit, comme un ferment peut-être, pour opérer la synthèse ¹⁾ de la graisse dont les composants se trouvent en présence l'un de l'autre dans son intérieur ²⁾.

Ce qui prouve bien que les gouttelettes noircies par l'acide osmique renferment autre chose que de la graisse c'est que quand, par des réactifs convenables, on dissout cette graisse il reste quelque chose qui en était le substratum. Les fig. 7 et 8, dessinées d'après des coupes de pièces fixées par le liquide chromo-formique de Rabl et traitées ensuite par l'essence de cèdre et le xylol, montrent que le protoplasma est creusé de vacuoles. Sur des coupes on voit des mailles plus ou moins spacieuses limitées par des travées protoplasmiques. Ces mailles correspondent bien aux espaces qu'occupaient les boules graisseuses. Même avec de bons objectifs elles paraissent vides, et je l'ai cru longtemps; mais l'emploi de l'objectif apochromatique à immersion de Zeiss de 2,0 de distance focale et de 1,30 d'ouverture numérique, et surtout de l'objectif à immersion dans la naphthaline monobromée, de 1,60 d'ouverture, m'a permis de reconnaître avec une parfaite évidence que ces mailles renferment chacune une masse incolore (du moins avec les réactifs dont je me suis servi), granuleuse. Cette masse a souvent (peut-être toujours) un aspect mûriforme (fig. 8) comme si elle résultait de la confluence de masses plus petites. Ces images sont bien démonstratives et fournissent un argument probant en faveur de ma manière de voir.

Je suis néanmoins de l'avis de Krehl quand il parle de grains d'abord gris puis noirs. Le fait est réel, mais il y a des boules dans lesquelles le dépôt, ou si l'on veut la synthèse, de la graisse se fait

¹⁾ Cette synthèse semble prouvée au point de vue chimique (Walther, Munk . . . etc.).

²⁾ Ne pourrait on pas comparer ce qui se passerait ici avec les phénomènes qui président à la formation des leucites dans les végétaux et au dépôt de matières grasses ou autres dans la substance de ces leucites?

sous la forme de petits grains localisés (fig. 3). Enfin, comme cet auteur, j'ai vu des boules qui ne sont pas complètement noires mais présentent une tache claire. D'après mes observations cette tache est excentrique et touche à la périphérie de la boule, tandis que Krehl la décrit comme étant au centre d'un disque noir. J'ai dit qu'Altmann et ses élèves expliquaient ces images par un envahissement progressif, de la périphérie vers le centre. Altmann lui même propose encore une autre explication. D'après lui l'oléine et l'acide oléique noircissent sous l'influence de l'acide osmique, mais une fois noirci l'acide oléique est encore soluble dans l'alcool tandis que l'oléine ne l'est plus. De telle sorte qu'on peut penser que les boules à disque noir sont constituées à la périphérie par de l'oléine, et au centre par de l'acide oléique qui a réduit aussi l'acide osmique, mais qui s'est dissous dans le traitement ultérieur des préparations. L'interprétation d'Altmann est séduisante; mais je ferai observer d'abord que la tache claire que j'ai eue sous les yeux m'a toujours paru logée excentriquement et je ne comprends pas pourquoi l'acide oléique se localiserait ainsi d'une façon si constante. J'ai été frappé de l'identité de situation qui existe entre cette tache claire et le corps safranophile, et il ne me paraît pas improbable que celui-ci abandonne à un moment donné la substance qui se colore par la safranine, et se montre dès lors comme une petite masse incolore. Plus tard celle ci serait envahie à son tour par la graisse.

Une dernière question que je ne puis que poser est celle-ci: quel est le rôle des grains et des boules dans le cas d'une alimentation complètement dépourvue de graisse? que deviennent alors ces produits de sécrétion? C'est là un problème du plus haut intérêt et dont j'espère reprendre l'étude plus tard.

Je résumerai les résultats essentiels de toute cette première partie de mon travail par les conclusions suivantes:

1^o Le protoplasma des cellules épithéliales des villosités de l'intestin grêle sécrète des granulations.

2^o Chez certains animaux et dans certaines conditions ces granulations augmentent de volume et deviennent des boules qui constituent

un produit figuré de composition sans doute complexe mais fixe, et que l'on peut considérer comme une sorte de ferment.

3° Ces éléments figurés jouent le rôle essentiel dans l'absorption des graisses (et peut-être aussi des autres substances). Celles-ci pénètrent dans les cellules épithéliales sous la forme de solution, après saponification préalable dans la cavité intestinale, et se fixent sur les grains aussi bien que sur les boules les plus volumineuses. Il y a simple dépôt dans la substance de ces formations ou bien influence active de cette même substance qui agit en opérant la synthèse de la graisse.

4° Pendant l'absorption le noyau des cellules épithéliales subit des transformations qui prouvent qu'il entre pour une certaine part dans l'accomplissement de ce phénomène.

5° Les éléments décrits chez la grenouille dans l'épithélium intestinal sous le nom de phagocytes ne sont pas des phagocytes, mais des cellules épithéliales dans lesquelles l'élaboration des boules a atteint son maximum d'intensité.

Mon manuscrit était déjà complètement terminé lorsque j'ai eu connaissance d'un travail ¹⁾ qui vient à l'appui de l'opinion que j'ai émise sur l'origine des formations extra-nucléaires dans les cellules épithéliales de l'intestin. Melissinos et Nicolaidès décrivent dans le pancréas du chien les formations intra- et extra-nucléaires découvertes par Nussbaum ²⁾ et Gaule ³⁾ chez la grenouille, étudiées ensuite par Ogata ⁴⁾ et Platner ⁵⁾.

¹⁾ Melissinos et Nicolaidès, Untersuchungen über einige intra- und extra-nucleare Gebilde im Pankreas der Säugetiere und ihre Beziehung zu der Secretion. Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abt. Juin 1890.

²⁾ Nussbaum, Loc. cit.

³⁾ Gaule, Loc. cit.

⁴⁾ Ogata, Loc. cit.

⁵⁾ Platner, Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Teilung. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 33.

Platner, Die Entstehung und Bedeutung der Nebenkerne im Pankreas. Arch. f. mik. Anat. Bd. 33.

Ces formations consistent essentiellement en karyosomes, en plasmosomes et en combinaisons de plasmosomes et de karyosomes. Parmi les types qu'ils signalent il en est qui sont complètement comparables aux boules des cellules intestinales. Melissinos et Nicolaïdes étudient ensuite ces enclaves pendant l'état d'activité de la glande, activité provoquée soit par l'alimentation, soit par l'administration de pilocarpine, et ils montrent 1° que les formations extra-nucléaires sont plus abondantes pendant la période d'activité que pendant la période de repos de l'organe; 2° qu'elles arrivent à leur maximum de fréquence trois heures après l'ingestion de nourriture, et qu'à partir de ce moment leur nombre diminue. Après l'intoxication par la pilocarpine les phénomènes sont les mêmes mais encore plus accusés.

Relativement à l'origine de ces éléments figurés extra-nucléaires, les auteurs rejettent complètement l'opinion d'Ogata qui admettait qu'ils représentent les différentes phases de la formation d'une cellule, et sont d'avis que ce sont ou bien des produits d'excrétion du protoplasma cellulaire, ou bien des leucocytes migrants, ou bien enfin des noyaux en voie de régression.

Ce travail que je viens d'analyser brièvement rapproché de celui de Lukjanow, d'Heidenhain . . . etc. et de mes propres observations tend à prouver que l'élaboration d'éléments figurés spéciaux dans l'épithélium du tube digestif et des organes dérivés de ce dernier est un fait général. Les uns sont expulsés hors des cellules et vont à la rencontre des substances sur lesquelles ils doivent agir. Les autres ne quittent pas le protoplasma qui leur a donné naissance et mettent en jeu sur place leurs propriétés.

Déjà quelques travaux portant sur d'autres glandes (d'origine ectoblastique) permettent de penser que la sécrétion sous forme de boules de structure compliquée n'est pas l'apanage de quelques éléments glandulaires.

II.

Les recherches dont je vais exposer maintenant les résultats ont trait aux cellules spéciales que l'on rencontre chez quelques animaux dans le fond des glandes de Lieberkühn, et que Paneth a nommées „cellules à grains“ (Körnchenzellen). Cette expression de „cellules à grains“ n'est pas très explicite, je la garde toutefois n'en ayant pas trouvé de plus convenable.

Dans une communication préliminaire ¹⁾ publiée en 1887 Paneth attira l'attention sur ces éléments particuliers qu'il trouva chez la souris, et en 1888 il fit paraître in extenso le résultat de ses observations ²⁾. Paneth ajoute qu'on rencontre également ces cellules dans les glandes de Lieberkühn du rat, mais en moins grande abondance; il les signale aussi d'une façon assez sommaire chez l'homme.

La même année R. Heidenhain ³⁾ confirme l'existence des cellules de Paneth chez la souris et chez le cobaye, mais ne les étudie pas. Il indique seulement la réaction des grains vis-à-vis de l'hématoxyline et du bichromate de potasse, et vis-à-vis de la fuchsine acide.

J'ai repris l'étude des cellules à grains et je les ai trouvées, comme Paneth, non seulement chez l'homme, la souris et le rat, mais encore chez la chauve-souris et chez l'écureuil. En outre j'ai observé chez le lézard dans le fond des sillons qui séparent les replis de l'intestin grêle, et que l'on peut considérer comme homologues des cryptes de Lieberkühn, des éléments cellulaires comparables à ceux qui tapissent le fond de ces dernières chez les Mammifères.

Les méthodes de fixation et de coloration dont je me suis servi sont celles que j'ai indiquées au début de ce travail. Je ferai observer qu'ici encore le liquide de Flemming m'a donné d'excellents résultats. Paneth prétend qu'il désorganise les cellules et recommande spécialement l'acide picrique en solution aqueuse. J'ignore ce que donne l'acide

¹⁾ J. Paneth, Ein Beitrag zur Kenntniss der Lieberkühn'schen Krypten. Centralblatt für Physiologie. I. p. 255. 1877.

²⁾ J. Paneth, Ueber die secernierenden Zellen des Dünndarm-Epithels. Arch. f. mik. Anat. Bd. 31. 1888.

³⁾ R. Heidenhain, Beiträge zur Histologie und Physiologie der Dünndarm-schleimhaut. Pflüger's Arch. Bd. 43. Supplementheft. 1888.

picrique, ne l'ayant pas employé, mais je persiste à croire, de par l'examen des dessins de Paneth, que ce réactif ne fournit pas de meilleurs résultats que le liquide de Flemming. Enfin j'insiste encore sur la nécessité d'examiner les préparations au moyen des objectifs à immersion homogène.

Les conclusions auxquelles j'ai été amené diffèrent sur plusieurs points essentiels de celles de Paneth. Je crois donc utile de résumer au préalable le travail de cet histologiste.

„Dans le fond des glandes de Lieberkühn on rencontre chez la souris, répandues dans tout l'intestin grêle, les „cellules à grains“ sur lesquelles j'ai attiré l'attention dans ma communication préliminaire. A l'état frais, sur des préparations obtenues par le râclage de la muqueuse, on constate que les grains sont modérément réfringents et moins que la graisse. Leur taille est variable, le plus souvent supérieure à celle des grains des cellules caliciformes de la souris et même du triton. Dans les cryptes il y a souvent plusieurs cellules remplies de ces grains, souvent aussi une ou deux seulement. Quelquefois il n'y a que quelques grains dans une cellule.

L'action des divers réactifs est la suivante.

L'eau et la potasse ne les attaquent pas; seulement dans la potasse ils se ratatinent légèrement et deviennent plus réfringents. L'éther les dissout lentement, ainsi que l'alcool. Les acides étendus les dissolvent rapidement, et ils ne reparaissent plus quand on neutralise ces acides avec de la potasse. L'acide osmique les conserve bien et leur donne une teinte brun-acajou.

Les grains se colorent vivement par les réactifs tels que l'éosine, l'hématoxyline, la safranine, le vert d'iode . . . etc. et la coloration résiste aux lavages à l'alcool. De plus ils ne modifient pas la teinte de la matière colorante et se distinguent par là des grains des cellules caliciformes. Avec du vert d'iode ils sont bleu-turquoise et les cellules caliciformes vert-olive; avec la safranine ils se montrent rouge-garance tandis que les cellules caliciformes, ou bien sont homogènes et à peine colorées, ou bien sont remplies de grains rouge-jaunâtre

Rarement on voit une cellule caliciforme avec sa théque ventrue dans le voisinage du fond des glandes, mais alors la différence entre elle et les cellules à grains est évidente.

Les réactions précédentes ne permettent de tirer aucune conclusion relativement à la nature chimique des grains. On peut dire seulement qu'ils ne sont pas composés de graisse, ou du moins qu'ils ne renferment pas une grande quantité de graisse, cela à cause de la manière dont ils se comportent vis-à-vis des réactifs précités. Ce ne sont pas non plus des parasites. Je considère les „cellules à grains“ comme une espèce particulière d'éléments glandulaires différents des cellules caliciformes. Le produit de sécrétion élaboré par elles a des caractères morphologiques et chimiques autres que ceux des grains des cellules caliciformes.

Ces éléments glandulaires se distinguent également des cellules du pancréas et des cellules des glandes séreuses. Je ne connais aucune région chez les Mammifères où l'on trouve des éléments analogues. Par contre il paraît y avoir chez les Amphibiens de semblables cellules à grains, par exemple les cellules de Leydig, les cellules des glandes décrites par Engelmann dans la membrane interdigitale, ou enfin celles des glandes cloacales étudiées par Engelmann et Rabl.

Dans la plupart des coupes de l'intestin de la souris le fond de la majorité des cryptes est rempli de cellules à grains entre lesquelles se trouvent des cellules épithéliales ordinaires. On rencontre aussi des glandes dans lesquelles il n'y a qu'une cellule contenant des grains, ou que des cellules renfermant des grains petits et peu nombreux logés dans le segment de la cellule tourné du côté de la lumière du tube. Les éléments du fond lui même possèdent des grains plus volumineux que ceux des éléments situés plus haut. Tout d'abord les grains sont enfouis dans du protoplasma non modifié; puis celui-ci devient de moins en moins apte à se colorer, il brunit moins sous l'influence de l'acide osmique, et enfin dans les cellules remplies de grains au maximum on ne voit plus de protoplasma, à l'inverse de ce qui se passe dans les cellules caliciformes.

Dans les cellules à grains le noyau paraît homogène, plus petit et plus coloré que celui des cellules épithéliales. Quand les grains les

remplissent complètement on n'aperçoit plus de noyau, soit qu'il se trouve simplement caché, ce qui ne me paraît pas vraisemblable, soit qu'il ait réellement été détruit.

Il n'est pas douteux que les cellules à grains dérivent d'éléments épithéliaux. On trouve toutes les transitions entre ceux-ci et celles-là. Mais que deviennent-elles? Se régénèrent-elles aux dépens d'un résidu protoplasmique, comme c'est le cas pour les cellules caliciformes? L'absence de tout reste de protoplasma parle contre cette manière de voir. Ou bien y a-t-il une sécrétion continue?"

Paneth montre ensuite que chez les souris nourries ou à jeun il existe une aussi grande quantité de cellules à grains. Cependant chez deux de ces animaux qui avaient jeûné pendant 48 heures il observa dans les cryptes des éléments vides, c'est à dire contenant dans leur intérieur quelques filaments minces, avec un noyau à peine visible, ou même privés de noyau.

Se basant alors sur l'opinion de Bizzozero et Vasale il considère l'abondance des figures cinétiques dans les glandes de Lieberkühn comme un argument en faveur d'une destruction des cellules à grains. Il soulève ensuite quelques objections qui parlent contre cette destruction et conclut en disant que, malgré toutes les probabilités, le rapport entre la sécrétion, suivie de disparition, des cellules à grains et la division nucléaire n'est pas absolument prouvé.

Tels sont les faits découverts par Paneth, je vais décrire maintenant les cellules à grains telles que je les ai vues en m'adressant tout d'abord à la souris puisque c'est elle qui sert de base aux observations de cet auteur.

La figure 26 (Pl. III) montre l'aspect du fond d'une glande de Lieberkühn sectionné suivant sa longueur. Les cellules épithéliales qui tapissent ce cul-de-sac ont la forme de pyramides tronquées dont la base s'appuie sur le stroma de la muqueuse tandis que le sommet correspond à la lumière du tube. Ces éléments ne possèdent jamais de plateau à bâtonnets, du moins je ne leur en ai jamais vu. Ce plateau n'apparaît que plus haut sur les cellules du corps même de la glande. Par contre ils sont souvent limités par un trait foncé très accusé, qui ne paraît pas d'ailleurs constituer une formation bien différenciée du

corps cellulaire, et qui semble n'être que le résultat d'une condensation plus considérable du réticulum protoplasmique.

Ce qui saute aux yeux tout d'abord en examinant n'importe quelle préparation ce sont les grains logés dans un certain nombre de ces cellules. L'abondance de ces grains est variable ainsi que la quantité des éléments qui en renferment. A cet égard il y a des différences assez notables, mais l'immense majorité des culs-de-sac, pour ne pas dire tous, en présentent. Certaines cellules ne possèdent de grains que dans leur segment interne, chez d'autres la masse protoplasmique tout entière en est remplie (Fig. 26, 29), chez d'autres enfin les grains sont répartis assez irrégulièrement de ci de là dans le corps cellulaire, mais toujours, lorsqu'ils sont peu nombreux, de préférence dans la partie interne.

La taille de ces grains est assez variable. Tantôt ils sont extraordinairement petits (Voir fig. 26 la deuxième et la 4^e cellule à partir de la droite) tantôt ils sont relativement très volumineux et régulièrement sphériques. Il est à remarquer cependant que, pour une cellule donnée, leurs dimensions sont, à peu de chose près, les mêmes. En d'autres termes, dans une même cellule tous les grains, qu'ils soient superficiels ou qu'ils soient profonds, paraissent arrivés au même stade de développement. Quelle que soit leur taille les grains sont logés dans des cavités circonscrites de toutes parts par le protoplasma. Tous, sur les coupes, sont entourés d'un espace clair qui les isole, et quand leur nombre est considérable, quand ils sont par conséquent très rapprochés les uns des autres, le protoplasma est réduit à un système de travées extrêmement ténues circonscrivant des mailles régulièrement circulaires ou polyédriques, au centre de chacune desquelles se trouve placé un grain. Ces travées représentent la coupe des fines lamelles protoplasmiques qui isolent les alvéoles dans lesquelles sont nichés les grains. Enfin on comprend aisément que, suivant l'abondance plus ou moins grande de ces derniers, l'étendue du corps cellulaire ainsi vacuolé sera plus ou moins considérable. Dans les cas extrêmes il le sera presque entièrement. Seule une certaine quantité de protoplasma subsistera à la base de la cellule autour du noyau.

Voyons maintenant comment sont constitués ces grains. Les plus

petits, dans les préparations colorées à la safranine, paraissent uniformément colorés en rouge (fig. 26), mais si l'on fixe son attention sur ceux qui ont déjà acquis des dimensions appréciables il est facile de se convaincre que deux substances au moins se juxtaposent pour former ces derniers. Ils comprennent une masse principale de substance teintée en gris, parfois gris-jaunâtre, mais jamais en noir, sur laquelle repose un corps en forme de croissant ou de demi-cercle coloré vivement en rouge. L'aspect de ces „corpuscules à demi-lune safranophile“ varie, on le conçoit, suivant la mise au point, et l'orientation de la boule par rapport à l'œil de l'observateur. La fig. 27 a été dessinée en partie en faisant varier la mise au point de telle sorte que la plupart des grains paraissent munis de leur capuchon rouge. Il n'en est pas ainsi quand on n'examine qu'un plan. Dans ce cas certaines boules sont complètement incolores, d'autres entièrement rouges, d'autres enfin montrent leur appendice rouge plus ou moins de profil. Je n'insiste pas d'avantage sur ces variétés d'aspect qui sont toutes le fait d'une structure uniforme. J'ajouterai cependant que quelquefois il semble qu'il y ait deux grains rouges aux extrémités d'un même diamètre, et il en est peut-être réellement ainsi; mais cela peut tenir à ce que le croissant safranophile embrassant plus que la demi-circonférence d'un segment de la sphère, ses deux extrémités apparaissent sur l'hémisphère opposée de celle-ci quand on la regarde par son pôle incolore.

Dans les coupes de pièces fixées par l'acide osmique (fig. 29) les grains paraissent jaune-grisâtre et en général plus petits. Ils remplissent complètement les cavités creusées dans le protoplasma si bien que les lames qui séparent celles-ci ne font plus, en coupe, l'effet de minces travées écartées des corpuscules. Les images sont un peu différentes de celles que l'on obtient après fixation par le liquide de Flemming, mais tout aussi démonstratives. Sur les coupes colorées à l'hématoxyline les grains sont homogènes dans toute leur masse; le corps qui se colore par la safranine reste invisible.

La partie du protoplasma qui ne renferme pas de grains est toujours structurée de la même façon. C'est un réticulum extrêmement fin, presque indistinct, plus condensé par places, plus lâche ailleurs, ce qui lui donne un aspect spongieux difficile à caractériser plus nettement.

Il m'a semblé (fig. 27) qu'il était comme ponctué de granulations si ténues qu'il faut la plus grande attention pour les apercevoir. Ces granulations ne sont peut-être que des nœuds du réticulum; elles ne se colorent pas d'une façon spéciale.

Les noyaux des cellules à grains ont les caractères suivants. Leur forme est assez irrégulière (je ne parle pas de ceux que je signalerai plus loin et qui sont déformés par la présence de volumineuses enclaves) quoique se rapprochant d'habitude de l'ovoïde. Leur grand axe est plus ou moins parallèle à celui de l'élément cellulaire auquel ils appartiennent. Ils sont constitués par un fin réseau achromatique, sur les travées duquel sont répartis quelques gros grains chromatiques en petit nombre mélangés à d'autres très fins. Tantôt la safranine se fixe exclusivement sur ces grains, tantôt tout le noyau est légèrement teinté en rose. Cette teinte générale s'observe également sur les pièces fixées par l'acide osmique et colorées par l'hématoxyline. Il va sans dire qu'alors elle est bleue.

Le fait le plus important concernant le noyau est que, quelle que soit la quantité des grains, toujours il est conservé. Sur ce point je suis absolument en désaccord avec Paneth. Quelquefois, il est vrai, certaines cellules paraissent dépourvues de noyau, mais cela tient à ce que la coupe n'a pas atteint celui-ci (fig. 27), ainsi qu'on peut s'en convaincre en étudiant des coupes sériées. Sans exception j'ai vu chaque cellule munie de son noyau. Chez la chauve-souris, ainsi que je le montrerai plus loin, on peut, à la rigueur, méconnaître sa présence, mais Paneth ne parle que de la souris et, chez cet animal, il m'a toujours paru des plus facile à voir, aussi bien sur les pièces traitées par l'acide osmique (fig. 29), que sur les pièces fixées par le liquide de Flemming (fig. 26).

A côté des cellules à grains, et mélangées avec elles, on observe dans le fond des cryptes chez la souris deux autres variétés de cellules. Les premières (fig. 26) diffèrent essentiellement des cellules à grains par l'absence de grains, mais leur noyau et leur protoplasma ont la même constitution que le noyau et que le protoplasma de celles-ci. J'ai cherché en vain quelque caractère qui les en distingue. Parfois le protoplasma a un aspect plus foncé. Par contre, la deuxième variété

s'aperçoit aisément (fig. 29). Elle comprend des éléments étroits intercalés soit à des cellules à grains, soit à des cellules de l'espèce précédente. Leur protoplasma très dense est fortement teinté; leur noyau, allongé et comme aplati, se colore d'une façon diffuse. Il y a d'ailleurs des degrés intermédiaires entre ces cellules amincies, sombres, et les cellules claires dépourvues de grains (Pour ne pas multiplier les figures, je n'ai pas dessiné de coupe de l'intestin de souris faisant voir ces détails après l'action du liquide de Flemming. Je prie le lecteur de se reporter aux autres dessins (rat, chauve-souris) qui reproduisent des images identiques à celles que l'on voit chez la souris). Ces éléments intercalaires ne sont pas dûs à l'orientation de la coupe. On pourrait en effet penser que, les cellules de l'épithélium ayant la forme de pyramides à plusieurs pans, si le rasoir passe parallèlement à l'un des angles dièdres de l'une d'elles et en dehors du grand axe de la cellule, il n'enlèvera qu'une tranche très mince de celle-ci. Cela arrive fréquemment, mais un examen attentif ne permet pas de confondre l'image qui en est le résultat avec les éléments effilés, à protoplasma compact et à noyau très coloré, qui se distinguent si nettement des autres.

Enfin, le fond des glandes de Lieberkühn renferme assez fréquemment des cellules caliciformes types (fig. 42) qui, par leurs caractères, ne diffèrent en rien de celles que l'on observe dans le corps de la glande ou dans l'épithélium des villosités.

Pour terminer ce qui a trait à la souris, j'attirerai l'attention sur des enclaves remarquables qui se rencontrent en abondance dans les éléments du fond des cryptes. Les figures 26, 28 et 30 rendent compte du nombre, des rapports et de la constitution de ces formations. On les trouve dans tous les culs-de-sac, localisées dans les cellules du fond de ceux-ci. Je n'oserais affirmer, à cause de la difficulté que l'on éprouve parfois à bien délimiter les contours d'une cellule, que les cellules à grains sont dépourvues de ces enclaves. Mais, en règle générale, quand ces dernières occupent un élément on ne voit pas de grains ou inversement. Je répète toutefois encore que je ne suis pas en mesure de trancher la question.

La forme de ces enclaves est communément sphérique, quelquefois en croissant. Leur nombre ne varie guère et il est rare d'en trouver

plus de deux dans une même cellule; d'habitude il n'y en a qu'une. Elles sont logées dans le corps protoplasmique, séparées de celui-ci par une auréole claire, tantôt à une distance assez considérable du noyau tantôt en rapport étroit avec lui. Dans ce dernier cas le noyau est notablement déformé, il est déprimé, et forme une sorte de cupule dans laquelle s'enclasse la boule; cependant toujours celle-ci est séparée de la concavité de la cupule par un espace clair très appréciable. Les variétés d'aspects que présentent les noyaux ressortent clairement de l'examen des figures 26, 28, 30. Outre ces déformations le noyau paraît souvent, sinon toujours, avoir subi d'autres modifications: il est plus clair et le nombre de ses grains chromatiques très réduit. Fréquemment il n'en renferme plus qu'un, tandis que les noyaux des cellules munies ou non de grains en renferment une quantité assez grande. Relativement à leur constitution, ces enclaves sphériques se montrent soit uniformément homogènes, plus ou moins réfringentes et teintées en gris-jaunâtre (par le liquide de Flemming), soit, plus souvent, composées de deux parties, l'une qui se présente sous le même aspect homogène et jaunâtre, l'autre qui est colorée en rouge par la safranine. Cette dernière constitue une sorte de capuchon appliqué sur la masse incolore.

Quelquefois au lieu d'un corps safranophile unique il y en a deux, placés toujours excentriquement; ou bien, quand l'enclave à la forme d'un croissant, le grain rouge est à l'extrémité de l'une de ses cornes.

En résumé ces boules ont le même aspect, en grand, que les grains ou que les boules dans les cellules épithéliales du triton et de la grenouille. Ce que j'ai dit des unes, comme diversité d'images, peut se dire des autres.

Telle est la manière dont se présentent la grande majorité de ces curieuses formations. Il en est d'autres aussi, plus rares il est vrai, mais plus compliquées. La fig. 30 en représente une de ce genre, et montre une sphère nichée à distance dans la concavité d'un noyau en croissant.

Cette sphère se décompose en une partie périphérique teintée en rouge foncé et plus épaisse dans un hémisphère que dans l'autre, et un corps excentrique, sphérique également, rouge sombre, presque

noir, entouré d'un espace clair. Entre la bande (vue en coupe optique de la couche corticale) et la petite boule apparait la masse principale de l'enclave, granuleuse, d'apparence plus ou moins sombre suivant les endroits, et colorée en rose-grisâtre.

Je laisse pour le moment de côté ces enclaves, que je n'ai aperçues que chez la souris, pour y revenir plus loin et je reprends la description des cellules à grains.

Chez l'écureuil (Fig. 37) les coupes font voir absolument les mêmes détails que chez la souris, c'est à dire: 1° des cellules plus ou moins remplies de grains logés dans des mailles du protoplasma. Ces grains possèdent une zone safranophile; 2° des cellules dépourvues de grains, les unes à protoplasma peu dense et clair, les autres à protoplasma plus compact; 3° des cellules amincies très colorées.

Chez tous les autres animaux que j'ai examinés, chez le rat, la chauve-souris et chez l'homme, le fond des glandes de Lieberkühn fournit les mêmes images, seulement, fait remarquable, les grains ne m'ont pas montré de zone safranophile. En sont-ils réellement dépourvus chez ces espèces? Le résultat négatif auquel je suis arrivé devrait faire penser qu'il en est ainsi. Cependant la ressemblance absolue qui existe entre les cellules à grains partout où on les rencontre permet de croire que, dans tous ces cas, les grains sont constitués de la même façon, en d'autres termes sont formés de deux substances. La safranine n'est peut-être pas toujours le réactif qui convient à l'une d'elles; ou bien elles sont mélangées, et la proportion de substance chromophile disséminée ainsi dans toute la masse du grain se trouve alors trop faible pour donner une teinte appréciable à l'œil; ou bien enfin quelque vice de préparation, dont je ne me rends pas compte puisque toutes mes coupes sont faites avec les mêmes méthodes, a détruit la substance safranophile ou l'a décolorée. - Quoiqu'il en soit, le fait est que chez l'homme, le rat et la chauve-souris les grains m'ont toujours paru homogènes et uniformément grisâtres, avec une légère nuance rosée quand j'employais l'éosine.

La fig. 31 reproduit le fond d'une glande de Lieberkühn chez le rat, en coupe longitudinale. On y remarque les cellules à grains diversement remplies de ces formations. Quelques-unes sont totalement

envahies par elles, mais un grand nombre de mailles sont vides, et la comparaison des préparations me fait penser que c'est une cause artificielle, le rasoir par exemple, qui a fait disparaître la majorité des grains, sauf dans certains éléments qui, au moment de la préparation, en étaient réellement dépourvus. En outre cette coupe montre très clairement les diverses variétés de cellules sans grains, caractérisées les unes par leur forme aplatie ou pyramidale, et surtout par leur protoplasma dense et leur noyau fortement et diffusément coloré, les autres par leur corps cellulaire clair, renfermant un noyau non modifié.

Chez la chauve-souris (fig. 32 à 36) les images sont remarquablement démonstratives. Les cellules à grains sont très volumineuses et se prêtent admirablement à l'étude.

Dans la fig. 32 toutes les différentes formes cellulaires sont représentées. Tout à fait dans le fond du cul-de-sac sont logées deux cellules à grains en partie vides et, cette fois, l'absence de grains n'est pas artificielle, puisque dans l'une d'elles la lamelle protoplasmique qui limite le corps cellulaire du côté de la lumière du tube s'est rompue, et que l'on voit le contenu de l'élément se déverser au dehors par cet orifice. D'ailleurs l'irrégularité de forme des mailles semble indiquer un remaniement dans le protoplasma.

A gauche, on aperçoit une cellule complètement remplie de grains; une cellule claire à grand noyau pauvre en chromatine; une cellule extrêmement amincie très colorée, et enfin un élément moins étroit, intermédiaire comme coloration à la cellule claire et à la cellule foncée. A droite, ces transitions sont encore plus marquées et l'on peut bien juger des différences d'aspect du noyau suivant l'état de la cellule.

La fig. 37 est une section transversale d'un cul-de-sac; la moitié gauche de ce cul-de-sac, qui n'a pas été dessinée, était tapissée par des cellules à grains; la moitié droite renferme exclusivement des cellules sans grains, les unes claires les autres foncées.

La fig. 36 montre encore un aspect remarquable. On croirait en la considérant voir une coupe d'un acinus de la glande sous-maxillaire. D'un côté existe un amas de cellules dont les limites réciproques ne sont pas apparentes; de l'autre on voit des cellules dont le corps protoplasmique est envahi dans sa masse tout entière par des grains,

et surtout un élément à grand noyau clair dont le protoplasma, nettement réticulé dans sa zone interne, renferme des granulations extraordinairement fines.

Enfin les fig. 33 et 34 représentent, outre une cellule indifférente et une cellule en voie de division indirecte, deux éléments dans lesquels la formation des grains a atteint son maximum. Le noyau refoulé dans la partie profonde de la cellule est devenu anguleux, ses bords sont déchiquetés, et il s'est coloré en masse d'une façon intense. Il est entouré d'une très mince couche de protoplasma en continuité avec les travées qui sillonnent le corps cellulaire.

Chez l'homme (fig. 23 et 24) le fond des cryptes de Lieberkühn est constitué de la même manière que chez les autres animaux que je viens de passer en revue. Un simple coup d'œil jeté sur ces deux figures le prouve surabondamment, et je crois qu'il est inutile de recommencer la description. J'attirerai seulement provisoirement l'attention sur les différences de coloration du noyau sur lesquelles je reviendrai plus tard.

Indépendamment des Mammifères que je viens d'étudier, j'ai examiné d'autres animaux et j'ai trouvé chez le lézard des cellules à grains identiques à celles du fond des glandes de Lieberkühn.

On sait que chez ces Reptiles la muqueuse de l'intestin forme des replis très allongés. Le fond des sillons compris entre ces replis possède des caractères tout spéciaux, aussi bien au point de vue de l'agencement, qu'au point de vue de la nature des éléments épithéliaux qui le tapissent. Pour se rendre compte de cette configuration il faut se reporter à la fig. 38 qui reproduit la moitié du fond d'un sillon. Pour compléter ce dessin il suffirait de juxtaposer à son bord gauche un dessin identique mais renversé de telle sorte que la cellule claire située à droite se retrouverait à gauche. En un mot, le fond des sillons n'est pas, sur une coupe perpendiculaire à sa direction, régulièrement concave, mais présente une sorte de crête peu élevée, saillante dans la cavité du sillon. Schématiquement on peut se représenter cette disposition par un W dont les branches latérales en se prolongeant beaucoup correspondraient aux deux faces opposées du sillon et dont l'angle médian serait la crête intermédiaire. C'est sur l'une ou l'autre des

parois des sillons secondaires situés de chaque côté de la crête que se rencontrent les cellules à grains. Comme mon attention s'est fixée spécialement sur celles-ci je ne chercherai pas à élucider complètement certains détails de structure de cette région, et je ne ferai qu'indiquer ceux qui m'ont le plus frappé.

Tout d'abord les cellules épithéliales au lieu de présenter sur leur surface libre un plateau strié mince, comme les éléments qui recouvrent les replis, possèdent une bordure de cils ou de bâtonnets très longs. Je ne sais pas s'il s'agit là d'un plateau très épais dont les bâtonnets se seraient isolés, ou si ce sont réellement des cils toujours distincts les uns des autres. D'autre part, la crête médiane est formée en grande partie de cellules dont l'aspect est tout particulier et qui semblent disposées sur plusieurs couches, si l'on en juge du moins par leurs noyaux étagés les uns au dessus des autres. Le protoplasma de ces éléments est dense. Après l'action du liquide de Flemming et de la safranine il est foncé, rougeâtre, et souvent d'apparence homogène comme vernissée. Leur noyau est petit, coloré en masse; ses contours sont parfois indistincts. Je ne pense pas que cet aspect soit dû à l'action des réactifs, et je suis assez embarrassé pour l'interpréter. Peut-être sont-ce des cellules en voie de régression; peut-être, et je le croirais plus volontiers, cet état correspond-t-il à un stade d'activité sécrétoire. Ce qui me le fait supposer c'est que dans les sillons situés de chaque côté de la crête on trouve des éléments qui ont les mêmes caractères (fig. 38 et fig. 41) et d'autres qui montrent tous les intermédiaires entre cette forme et celle des cellules épithéliales ordinaires.

Quoiqu'il en soit, à côté des cellules foncées et plus ou moins ratatinées, il en est dont le protoplasma moins condensé (fig. 39) est formé par un réticulum à mailles étroites et dont le noyau volumineux, quoique se colorant d'une façon diffuse, laisse voir plus nettement ses travées achromatiques et ses granulations nucléiniennes. Parmi ces cellules sont disséminées les cellules à grains (fig. 38, 39, 41).

Les images que j'ai reproduites permettent de constater l'identité complète qui existe entre les cellules à grains du lézard et celles de la souris et de l'écureuil. C'est le même mode de répartition dans des

mailles protoplasmiques, et c'est aussi la même constitution des grains. Toutes ces petites boules offrent sur un point de leur périphérie un capuchon safranophile, et quelquefois renferment deux grains. Il est superflu de revenir sur leur description. Je dirai seulement que dans certaines préparations la masse principale de la sphère était colorée en violet par le krystallviolet (fig. 41).

L'abondance des grains est variable suivant les cellules. Il n'est pas rare d'en trouver qui n'en renferment qu'un très petit nombre, et il n'est pas rare non plus d'en voir qui sont en train de se vider (fig. 38). Dans ces cas on voit une grosse cellule gonflée dont le corps cellulaire est représenté par une masse pâle, quelquefois réticulée, quelquefois aussi vaguement granuleuse. Cette cellule est ouverte du côté de la lumière du tube et les cils des éléments adjacents s'arrêtent sur les bords de l'orifice. Enfin il y a des cellulss à noyau volumineux et pâle (fig. 39), dont le protoplasma ne renferme aucun grain. Leur partie interne est formé d'un réseau à mailles larges, tandis qu'autour du noyau le réticulum protoplasmique est plus serré. Sur les parties latérales du cul de sac la transition de l'épithélium du fond avec l'épithélium des replis se fait brusquement. Pour terminer je signalerai des éléments que j'ai rencontrés exclusivement dans la profondeur des sillons (fig. 40) et qui sont assez rares. Ce sont des cellules en forme de bouteille dont le col aminci arrive jusqu'au niveau de la surface des cellules épithéliales voisines. Leur protoplasma est farci littéralement de granulations extrêmement fines colorées en rouge vif; leur noyau petit, à structure indistincte et teinté en violet, est plus rapproché de la portion rétréci que de la base de la cellule. Je ne sais véritablement pas ce que sont ces cellules. Elles ne se rattachent par aucun intermédiaire aux cellules à grains, encore bien moins aux cellules caliciformes (fig. 39), et leur régularité ne me semble pas permettre de supposer que ce pourrait être des leucocytes migrants à granulations safranophiles. Force m'est donc de poser la question sans la résoudre.

On peut juger par la description qui précède que, si d'une part mes observations confirment, en les complétant, celles de Paneth, d'autre part sur un point essentiel elles en diffèrent absolument. Contrairement à cet auteur je prétends que dans les cellules à grains le noyau ne disparaît jamais, pas plus que toute une partie du protoplasma. A la vérité le noyau subit des transformations profondes portant non seulement sur ses dimensions mais encore sur sa constitution; de plus il est déplacé, et dans les cas où la quantité de grains a atteint son maximum il est refoulé tout contre la périphérie de l'élément. Dans ces conditions il peut devenir méconnaissable et passer inaperçu, mais un examen attentif, de coupes sérieées quand c'est nécessaire, et l'emploi de bons objectifs à immersion le font toujours découvrir. La reconstitution de la cellule après qu'elle s'est vidée de son contenu est donc non seulement possible, mais en fait s'opère réellement. Voici, à mon sens, quelle est la marche des phénomènes, après avoir posé comme fait évident que les cellules à grains sont des éléments qui sécrètent un produit figuré spécial. Elles n'ont aucun point de ressemblance avec les cellules caliciformes, et il suffit pour s'en convaincre de les comparer avec celles-ci (fig. 25, 39, 42). Je résumerai dans deux paragraphes ce qui a trait au protoplasma et ce qui a trait au noyau.

Le protoplasma. a) Un premier stade serait représenté par des cellules indifférentes, à protoplasma clair, sans plateau à bâtonnets (voir les différentes figures).

b) Deuxième stade. Apparition de fines granulations, granulations primaires. Je suis bien forcé de reconnaître que ce n'est que chez la souris que j'ai pu observer avec certitude ce stade. Chez cet animal, ainsi que je l'ai dit, on voit certaines cellules renfermant des granulations qui paraissent complètement rouges (fig. 26 à droite). Chez les autres espèces je n'ai rien vu de pareil. Est-ce à cause d'une imperfection de technique, ou de l'insuffisance du grossissement? Est-ce parce que les granulations primaires, si tant est qu'elles existent, ne sont pas colorées et par le fait échappent à l'observation? Est-ce enfin parce que ce stade n'existe pas toujours, et que le produit sécrété

atteint d'emblée la taille de grains à corps safranophile? Autant d'explications entre lesquelles je ne puis faire un choix.

c) Stade des grains à corps safranophile. Ces grains apparaissent d'abord dans la partie de la cellule la plus rapprochée de la lumière de la glande. Dans le cas où ils succéderaient à des granulations primaires, par accroissement de celles-ci, on conçoit qu'ils puissent se montrer partout où il y avait de ces granulations primaires. Cependant l'envahissement progressif du protoplasma, depuis ses couches superficielles jusqu'à ses couches profondes, paraît être la règle. Les grains peuvent d'ailleurs se développer assez irrégulièrement sans occuper toute la largeur de la cellule. La sécrétion poursuivant son cours il arrive un moment où la plus grande partie du corps cellulaire, et quelquefois celui-ci tout entier, est occupé par les grains qu'il a formés. C'est là le quatrième stade.

d) L'activité sécrétoire a atteint son maximum. Il ne reste plus en fait de protoplasma non employé que les lamelles qui séparent les niches dans lesquelles sont logés les corpuscules à corps safranophile, et la mince couche qui entoure le noyau.

Il faut faire remarquer que ce stade ne paraît pas toujours atteint; en d'autres termes la transformation du protoplasma, totale dans certains cas, peut n'être que partielle.

e) Les cellules expulsent les grains, soit par suite de contractions du protoplasma, soit plutôt parce que la pression intra-cellulaire résultant de l'accumulation des corpuscules et la pression exercée par les éléments voisins font éclater la mince croûte protoplasmique qui limite la cellule du côté de la lumière glandulaire.

f) Dans un sixième stade la cellule débarrassée complètement de son produit de sécrétion revient brusquement sur elle-même, grâce à l'élasticité de son résidu de protoplasma, grâce aussi à la compression qu'opèrent sur elle les cellules plus ou moins pleines qui l'entourent. A ce stade correspondent les éléments intercalaires étroits et fortement colorés.

g) Enfin dans une série de phases terminales à gradations insensibles la cellule se reconstitue dans son état primitif, pour recommencer ensuite une nouvelle série de transformations.

Le noyau. Depuis le stade initial jusqu'à la phase d'envahissement total par les corpuscules, exclusivement, le noyau garde sensiblement les mêmes caractères. Son réticulum reste bien apparent ainsi que ses grains de nucléine, rares et disséminés. Quelquefois cependant lorsque la proportion de boules est déjà considérable sa coloration devient un peu diffuse.

Dans les phases d'envahissement total, le noyau (fig. 33, 34, 36) refoulé à la base de la cellule est plus petit; souvent ses bords sont déchiquetés. On n'aperçoit plus son réseau achromatique et il est coloré d'une façon intense et diffuse. Cet état n'existe pas tant que la transformation du protoplasma n'est que partielle. Il persiste lorsque la cellule est vidée (cellules intercalaires), puis, au fur et à mesure que celle-ci se rajeunit, les détails de structure du noyau réapparaissent (fig. 31, 32).

Il résulte de ceci que le noyau ne semble pas être complètement passif pendant l'évolution sécrétoire, et ce qui tend en outre à le prouver encore davantage c'est que, quand on fait usage d'une double coloration, on observe des variations de teinte suivant les éléments examinés. Chez l'homme (fig. 23 et 24) les noyaux de cellules indifférentes ne renferment que des granulations violettes; ceux des cellules à grains un gros nucléole nucléinien rouge et de petites granulations violettes, avec une teinte générale violacée, ou bien rien que des grains rouges; enfin les noyaux à la période de vacuité complète des éléments paraissent exclusivement rouges.

Telle me semble être la série des phénomènes qui se déroulent par gradations insensibles dans les cellules du fond des glandes de Lieberkühn. Je ne veux pas prétendre qu'un élément donné soit capable de parcourir indéfiniment ces phases. Je n'affirme pas qu'il ne s'en détruise jamais. Mais il est certain que cette destruction ne se manifeste pas d'une façon bien frappante. Seule l'extraordinaire abondance des noyaux en division et les amas de cellules, vraisemblablement jeunes, comme ceux que montre la fig. 36 peuvent faire

croire à une régénération des cellules à grains en partie détruites lors de la sécrétion. Je répète cependant que l'observation directe ne prouve pas cette fonte cellulaire et je rappelle que, d'après les observations de Bizzozero et Vasale¹⁾, puis de Bizzozero²⁾ seul, d'après Heidenhain³⁾ et d'autres encore, l'abondance des divisions cellulaires dans les glandes de Lieberkühn des Mammifères est en rapport avec la régénération de l'épithélium des villosités. J'ajouterai enfin que chez le lézard les mitoses sont extrêmement rares dans le fond des sillons, là où fonctionnent les cellules à grains.

Dans l'analyse que j'ai donnée du travail de Paneth on a vu que cet auteur compare les cellules à grains de l'intestin, aux cellules de Leydig de la peau des Batraciens, et à celles qu'ont signalées Engelmann (dans la membrane interdigitale), Leydig et Rabl (dans les glandes cloacales) en différentes régions chez ces mêmes animaux. Outre ces observations il en existe actuellement d'autres, en particulier celles de Martin Heidenhain⁴⁾ sur les glandes pelviennes du triton, et celles d'Altmann⁵⁾ sur certaines glandes (oculaire et labiale) de la couleuvre à collier, qui montrent que l'activité sécrétoire peut aboutir dans certains cas à la formation d'éléments figurés, bien définis. Altmann considère les grains élaborés par les cellules des glandes qu'il étudie, comme des bioblastes transformés en produits de sécrétion. Quant à M. Heidenhain il décrit les différentes phases par lesquelles passent les éléments des glandes pelviennes du triton, et montre les transformations successives du produit élaboré dont le premier terme est le „granule primaire“. Ce granule primaire à un moment donné devient „corpuscule à demi-lune“, et celui-ci me semble répondre absolument aux corpuscules à corps safranophile des glandes intestinales. Puis, à la suite d'une série de modifications, la cellule glandulaire se

¹⁾ Bizzozero et Vasale, Archivio per le Scienze med. T. XI. 1887.

²⁾ Bizzozero, Ueber die schlauchförmigen Drüsen des Magendarmkanals und die Beziehungen ihres Epithels zu dem Oberflächenepithel der Schleimhaut. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 33. 1889.

³⁾ Heidenhain, Loc. cit.

⁴⁾ Martin Heidenhain, Loc. cit.

⁵⁾ Altmann, Loc. cit.

trouve remplie de „granules secondaires“ dérivés des corpuscules à demi-lune par disparition de leur segment incolore. Finalement la cellule se vide, puis revient à son état initial.

Sauf une complication plus grande dans la marche des phénomènes, les stades énumérés par M. Heidenhain correspondent d'assez près à ceux que j'ai observés. Seulement dans l'intestin j'ai toujours vu que le corpuscule à demi-lune constituait le produit de sécrétion pour ainsi dire adulte; il est évacué tel quel hors de la cellule. Mais le fait essentiel, naissance dans le protoplasma et à ses dépens d'un produit figuré, est le même.

Tout ce que j'ai pu dire jusqu'alors ne fait aucune allusion à la nature et au rôle des grains sécrétés dans les glandes de Lieberkühn. C'est qu'en effet on se trouve réduit à des conjectures. On peut dire, à la rigueur, ce que n'est pas ce produit, mais il est impossible de préciser ce qu'il est. Les réactions qu'indique Paneth, pas plus que les faits que j'ai constatés, ne renseignent d'une façon satisfaisante. Sans doute ces grains ne sont pas de la graisse pure, mais ce n'est pas à dire pour cela qu'ils n'en renferment pas. Le corps safranophile implique en outre une constitution plus compliquée que ne le pensait Paneth. Un fait frappant, et qui a déjà dû sauter aux yeux du lecteur, c'est l'analogie, je pourrais dire l'identité, qui existe entre ces grains et les boules dans les cellules épithéliales du triton et de la grenouille. A part le volume, qui n'a qu'une importance secondaire, ces formations sont, ici comme là, exactement comparables. Cette identité morphologique indique vraisemblablement une identité de nature, mais nous ne sommes guère plus avancés pour cela, puisque nous ne connaissons pas celle des grains sécrétés par les éléments des replis. On peut parler de substance protéique, de granulations de zymogène. Et puis quel est le rôle de ces grains? Ils sont expulsés hors de la cellule (fig. 32, 36, 37), c'est incontestable, et forment un véritable produit de sécrétion que l'on retrouve dans la lumière des glandes sous l'aspect de coagulum filamenteux fortement colorés. Une fois sortis des cellules il est probable qu'ils se fusionnent, en se mélangeant avec du mucus, pour

former une masse dont je n'ai jamais pu discerner la structure. En un mot, ces grains sécrétés dans le fond des glandes de Lieberkühn trouvent leur emploi hors de la cellule qui les a élaborés. Ce n'est pas le cas pour les boules des cellules épithéliales des replis et j'ai dit qu'elles étaient utilisées sur place, dans le protoplasma qui leur a donné naissance: Elles jouent un rôle capital dans les phénomènes d'absorption. Or l'absorption ne se ferait pas dans les glandes de Lieberkühn, si l'on en croit les auteurs qui ont étudié cette question; du moins jamais on n'y rencontre de graisse. Faut-il en conclure que des produits de sécrétion identiques morphologiquement et chimiquement ont une destinée différente? Cela est peu probable. Il faudrait penser alors que chez la grenouille et le triton toutes les cellules épithéliales sont capables de fournir un produit qui, chez les Mammifères, prend naissance seulement dans certains éléments différenciés du fond des glandes. Mais pourquoi ces cellules à grains n'existent-elles pas chez tous les Mammifères? Sans doute on découvrira d'autres animaux qui en possèdent, mais il paraît bien établi que quelques uns en sont privés, à moins qu'elles ne soient localisées dans certaines régions qui ont échappé aux investigations. Alors se pose la question de savoir si ces grains ne sont pas en relation avec l'absorption de certaines substances alimentaires. En somme l'étude de ces produits de sécrétion est beaucoup trop incomplète pour qu'il soit possible de déterminer leur signification.

Un dernier point auquel je n'ai pas fait encore allusion est celui des enclaves en forme de sphères à corps safranophile dans les cellules du fond des cryptes chez la souris. N'y a t-il pas ici encore une similitude complète entre ces corps d'une part, les granulations des cellules à grains et les boules de l'épithélium des replis d'autre part? Pour beaucoup d'entre eux au moins le mode de constitution est le même que celui de ces formations; ils sont seulement plus volumineux. Les autres sont plus compliqués (fig. 30) et se rapprochent plutôt des „noyaux accessoires (Nebenkerne)“ décrits par Ogata, Lukjanow, Steinhäus, Martin Heidenhain etc. Ce dernier auteur (loc. cit.) prétend que la plupart des „noyaux accessoires“ signalés par Lukjanow sont des figures chromatolytiques. Il décrit en outre lui-même et figure des

formations pareilles à celle que j'ai représentée par la fig. 30 et les considère comme des noyaux en dégénérescence chromatolytique, noyaux soit de cellules épithéliales soit de leucocytes migrants. Il pense que ces noyaux dégénérés s'invaginent dans des cellules intactes et explique ainsi pourquoi on les rencontre à côté d'un noyau sain.

Pour ma part, et sans rejeter complètement cette interprétation, je crois que les enclaves protoplasmiques en question de la souris, logées exclusivement dans les cellules du fond des glandes ne sont pas, en grande majorité, des noyaux en voie de régression ou des fragments de noyaux. Il faudrait pour leur attribuer cette signification des phases de transition que je n'ai pas vues, malgré toute mon attention. Je ne pense pas non plus qu'elles se soient formées en dehors des cellules dans lesquelles on les trouve. Aucun fait n'appuie cette supposition. J'estime, étant donnée la ressemblance étroite qu'elles ont avec les produits de sécrétion précédemment étudiés, que ce sont des formations sécrétées aux dépens des cellules. Les rapports étroits et presque constants qu'elles affectent avec le noyau autorisent à penser que celui-ci prend une grande part à leur élaboration.

Quelle est exactement cette part? S'agit-il comme le veut Platner¹⁾ d'une chromatolyse partielle? ou bien le noyau abandonne-t-il une substance dissoute qui s'associe à des matériaux sécrétés par le protoplasma? Il est difficile de prouver l'intervention du protoplasma dans la formation de ces enclaves, mais par contre on ne peut pas dire non plus si leur origine est exclusivement nucléaire. Je ne suis pas disposé à admettre la chromatolyse partielle parce qu'on ne voit jamais de relation directe entre la sphère à corps safranophile et le noyau. Sur ce point je me range à l'avis de M. Heidenhain. Un raisonnement par analogie autorise à admettre que ces boules, là comme ailleurs, sont des produits de sécrétion du protoplasma; seulement dans les autres endroits, cellules à grains par exemple, la participation du noyau était moins évidente tandis qu'ici elle est très admissible. Quant à dire quelle relation il y a entre la sécrétion de ces volumineuses enclaves et l'élaboration des grains; si les unes se forment, dans une

¹⁾ Platner, Loc. cit.

cellule donnée, à l'exclusion des autres; et sous quelle influence se ferait cette sorte de substitution compensatrice, c'est là une question à laquelle je ne saurais répondre. J'ai fait observer toutefois que là où il y a des grains on ne voit pas en général de boules et inversement.

Les principales conclusions de cette deuxième partie sont les suivantes.

- 1^o Chez un certain nombre de Mammifères dans le fond des glandes de Lieberkühn, et dans le fond des sillons situés entre les replis de la muqueuse chez le lézard, on trouve des éléments cellulaires spéciaux, les „cellules à grains de Paneth“.
- 2^o Ces cellules sécrètent des corpuscules figurés qui paraissent constitués de la même manière que les enclaves étudiées dans le chapitre précédent. Le protoplasma et le noyau contribuent à cette sécrétion.
- 3^o Arrivés au terme de leur évolution sécrétoire les cellules ne se détruisent pas, mais reviennent à leur état initial.
- 4^o Chez la souris, les cellules du fond des cryptes renferment en grande abondance des enclaves comparables aux grains mais infiniment plus volumineuses. Comme ceux-ci, elles sont élaborées à la fois par le protoplasma et par le noyau.
- 5^o Le rôle de toutes formations est en rapport avec l'absorption mais il n'est pas déterminé d'une façon précise pour celles qui prennent naissance dans les cellules à grains.

23 Juillet 1890.

Explication des pl. I—III.

Toutes les figures ont été dessinées à l'aide de la chambre claire de Malassez, le microscope (Stativ I de Zeiss) étant incliné à 45° et l'image projetée à 7 cm environ au dessus de la table de travail. La longueur du tube était de 16 cm. Pour tous les dessins à propos desquels je n'indiquerai pas l'objectif, je me suis servi de l'objectif apochromatique à immersion homogène de Zeiss de 2,0 de distance focale et de 1,30 d'ouverture numérique.

Planche I.

- Fig. 1. Triton à jeun. Mélange nitro-osmique. Safranine. Oculaire compensateur N° 8.
- Fig. 2. Triton à jeun. Liquide de Flemming. Safranine + krystallviolet. Objectif 2,5 dist. foc. 1,60 ouv. num. Oculaire compens. N° 12. Longueur du tube 18 cm.
- Fig. 3. Triton 1 heure après ingestion d'huile. Mêmes réactifs que pour la fig. 2, également même objectif. Oculaire compens. N° 8. Les noyaux et l'extrémité profonde des cellules n'ont pas été dessinés.
- Fig. 4. Triton 10 heures après avoir été mis en présence de larves de phriganes. Intestin rempli. Mêmes réactifs, même objectif que pour la fig. 2. Oculaire compensateur N° 12. La partie superficielle seule des cellules a été représentée. Cette figure montre deux cellules dont l'une renferme seulement de petits grains incolores entourés chacun d'une zone claire; l'autre contient des grains incolores ou gris de même taille que les précédents; quelques petites boules très petites grises, d'autres noires ou partiellement noires, et enfin des gouttelettes noires.
- Fig. 5. Triton 10 heures après avoir été mis en présence de larves de phriganes. Intestin rempli. Liquide de Fl., safranine + krystallviolet. Ocul. comp. N° 8. La partie superficielle des cellules est remplie de grains et gouttelettes noires, avec quelques grains gris. Intégrité du plateau basal et de la zone protoplasmique sous jacente. Noyaux à grains moins colorés et violacés (comparer avec fig. 1 et 2).
- Fig. 6. Triton 20 heures après avoir reçu des larves. Mêmes réactifs que précédemment. Obj. à imm. 1,60 ouv. num. Ocul. comp. N° 12. Longueur du tube 18 cm. Cellules farcies de grains et de gouttelettes de taille diverse. Envahissement du pied des cellules. Boules à zone claire excentrique. Noyaux à grains plus rares colorés en violet-clair.
- Fig. 7. Intestin du triton précédent traité par le liquide de Rabl (chromo-formique). — Safranine seule. Ocul. comp. 8. — Les gouttelettes grasses ont été dissoutes et on n'aperçoit plus que la coupe des cavités dans les quelles elles se trouvaient logées. La substance que renferment ces cavités est indistincte. Noyaux déformés (les travées qui circonscrivent les mailles sont représentées trop épaisses).

- Fig. 8. Portion du protoplasma d'une cellule appartenant à la coupe représentée par la fig. 7. Object. à imm. 1,60 ouv. num. Ocul. comp. N° 12. Long. du tube 18 cm. Cette figure montre que les mailles résultant de la disparition des gouttes graisseuses renferment des amas mûriformes d'une substance vaguement grenue. Le protoplasma est réduit à de minces travées (coupe optique des lames qui isolent les cavités) épaissies au point de jonction de plusieurs mailles.
- Fig. 9. Grenouille. 4 h. après ingestion d'huile. Liq. de Fl., safranine + krystallviolet. Oc. comp. N° 8. Cellules remplies de grains et de gouttelettes. Parmi celles-ci il en est qui montrent une tache claire excentrique. Intégrité du plateau et de la zone sous-basale. Aspect des noyaux (comparer avec fig. 11 et 20) superficiels. Les profonds montrent des grains violets et sont diffusément colorés en rouge violacé.

Planche II.

- Fig. 10. Grenouille. 1 h. après ingestion d'huile. Mêmes réactifs que pour la fig. 9. Ocul. comp. N° 8. Grains dans les couches superficielles du protoplasma sauf dans la zone sous-basale.
- Fig. 11. Grenouille à jeun. Mêmes réactifs. Obj. à imm. 1,60 ouv. num. Ocul. comp. N° 12. Long. du tube 18 cm. Grains incolores et grains rouges. Boules incolores et boules à corps safranophile. Quelques unes de ces boules ont une tache claire excentrique. Aspect particulier des noyaux (la partie profonde des cellules n'a pas été dessinée).
- Fig. 12. Lézard. Mêmes réactifs. Ocul. N° 8. Cellules du sommet d'un repli, renfermant des grains et des boules de divers ordre, avec ou sans corps safranophile, grises ou noires. Plusieurs montrent une zone claire excentrique.
- Fig. 13. Grenouille à jeun. Mêmes réactifs. Ocul. N° 8. Coupe tangentielle de l'épithélium. Ponts intercellulaires. Entre plusieurs de ces cellules un coagulum qui masque les ponts.
- Fig. 14. Chauve-souris. Liquide nitro-osmique. Coloration par le procédé d'Ehrlich + eosine. Object. 1,60. Ocul. N° 12. (La graisse n'a pas été représentée dans les deux cellules de gauche). Grains rouges dans les couches superficielles du protoplasma.
- Fig. 15. Grenouille à jeun. Liq. de Fl., safranine. Ocul. comp. N° 8. Phagocyte. Leucocytes entre les pieds des cellules.
- Fig. 16 et 18. Grenouille. 1 h. après ingestion d'huile. Liq. de Fl., safranine + krystallviolet. Object. 1,60. ocul. N° 12. Phagocytes (voir texte). Les cellules entre lesquelles étaient ces éléments n'ont pas été représentées.
- Fig. 17. Grenouille. 1 h. après ingestion d'huile. Mêmes réactifs. Ocul. comp. N° 8. Noyau d'une cellule épithéliale présentant des encoches dans lesquelles sont logées des boules.
- Fig. 19. Même grenouille. Mêmes réactifs. Ocul. N° 8. Amas de boules à corps safranophile (phagocyte), avec noyau dégénéré, faisant saillie à la surface de l'épithélium. (La partie profonde des cellules n'est pas figurée).

- Fig. 20. Mème grenouille. Mêmes réactifs. Mème grossissement. Figure montrant l'abondance des soi-disant phagocytes en même temps que leur aspect varié. Grains dans les cellules. Leucocytes (?) dans les couches profondes de l'épithélium.
- Fig. 21. Homme à jeun. Mêmes réactifs. Object. 1,60. Ocul. N° 8. Différence de colorat. des noyaux (Voir texte). Pour ne pas compliquer le travail du graveur et à cause de la délicatesse des noyaux ceux-ci ont été représentés ou tout rouges ou tout violets.
- Fig. 22. Id. Grandes mailles dans le voisinage du noyaux.
- Fig. 23. Homme. Duodénum. Cellules à grains du fond des glandes de Lieberkühn. Liq. de Fl., safranine, + Violet. Object. 1,60. La plupart des mailles ne renferment plus de grains. Cellules vides. Différences de coloration des noyaux.
- Fig. 24 et 25. Homme. Mêmes réactifs. Mème object. Ocul. N° 12. Cellule caliciforme d'une glande de Lieberkühn et cellule à grains, ces derniers sont légèrement violacés.

Planche III.

- Fig. 26. Souris. Fond d'une glande de Lieberkühn. Liq. de Fl., safranine. Ocul. N° 8. Cellules à grains. Ceux-ci sont plus ou moins volumineux et plus ou moins abondants. A droite on voit une cellule dans laquelle ils sont très petits. Grosses boules à corps safranophile affectant ou non des rapports avec le noyau.
- Fig. 27. Id. Objectif 1,60. Ocul. 12. 2 cellules à grains. On voit que ceux-ci sont isolés du protoplasma ambiant par une zone claire et sont pourvus d'un capuchon safranophile.
- Fig. 28. Id. Object. 2,0, 1,30 ouv. num. Ocul. N° 8. Cellules du fond d'une glande de Lieberkühn renfermant des enclaves à corps safranophile qui déforment le noyau.
- Fig. 29. Souris. Acide osmique à 1%. Hématoxyline de Delafield. Ocul. N° 8. Cellules à grains à différents stades d'envahissement. Cellules intercalaires.
- Fig. 30. Souris. Liq. de Fl., safranine. Object. 1,60. Ocul. N° 12. Un noyau du genre de ceux représentés par la fig. 28, avec enclave extra-nucléaire de structure plus compliquée.
- Fig. 31. Rat. Fond d'une glande de Lieberkühn. Liquide nitro-osmique. Hématoxyline de Delafield. Ocul. N° 8. Cellules à grains à tous les stades de leur évolution.
- Fig. 32. Chauve-souris. Liquide nitro-osmique. Safranine. Ocul. N° 8. Fond d'une glande de Lieberkühn. Cellules à grains pleines; cellules à grains en partie vidées ou en train de se vider; cellules vides.
- Fig. 33 et 34. Chauve-souris. Liquide nitro-osmique. Coloration par le procédé d'Ehrlich. Object. 1,60. Ocul. N° 12. Cellules à grains complètement remplies. Cellule indifférente et cellule en voie de division indirecte.
- Fig. 35. Chauve-souris. Id. Ocul. N° 8. Fond d'une glande de Lieberkühn tapissé de cellules au repos et de cellules qui se sont vidées.

- Fig. 36. Chauve-souris. Liquide nitro-osmique. Safranine. Fond d'une crypte. D'un côté cellules à grains; de l'autre amas de cellules dont les contours sont indistincts. Cette coupe ressemble à s'y méprendre à la coupe d'un acinus de la glande sous maxillaire.
- Fig. 37. Ecureuil. Liquide de Fl., safranine. Ocul. N° 8. Cellules à grains. Ceux-ci possèdent un capuchon safranophile.
- Fig. 38. Léopard. Liq. de Fl., safranine. Obj. 1,60. Ocul. N° 8. Cette figure représente la moitié de la coupe du fond d'un des sillons situés entre les replis de la muqueuse. On voit que les cellules sont pourvues sur leur face superficielle de longs cils ou bâtonnets. Cellules de diverses catégories. Cellules à grains.
- Fig. 39. Id. Safranine + krystallviolet. Même grossissement. Ce dessin montre la différence profonde qui existe entre les cellules caliciformes et les cellules à grains.
- Fig. 40. Id. Même objectif. Ocul. N° 12. Trois cellules de la base d'un repli, dépourvues de plateau. La cellule du milieu effilée en pointe à son extrémité superficielle est farcie de granulations rouges. Son noyau est violet.
- Fig. 41. Id. Même grossissement. Autres aspects de cellules à grains.
- Fig. 42. Cellule caliciforme du fond d'une glande de Lieberkühn chez la souris.

R e f e r a t e

von

W. Krause.

L. Testut, Recherches anthropologiques sur le squelette quaternaire de Chancelade (Dordogne). Avec 14 planches, dont 4 en photographures. Lyon. Imprimerie Pitrat aîné. 1889. 121 pp. 8°.

Im Jahre 1888 fanden Hardy und Féaux in einer Höhle bei Reymonden, 7 Kilometer von Périgueux, ein männliches Skelett in 1,64 m Tiefe, unmittelbar auf dem felsigen Untergrunde und in hockender Stellung, wie ein Fötus im Uterus. Der Lehm (limon), welcher die oberen Schichten bildete, enthielt zahlreiche Feuersteinsplitter sowie bearbeitete Knochen und Geweihe vom Renntier.

Die Skelettknochen wurden an Testut übersendet, dessen Geschicklichkeit es gelang, den Schädel wieder herzustellen. Eine geheilte 6,3 cm hohe, 5 cm breite Wunde des letzteren in der linken Schläfe schien durch ein stumpfes Werkzeug oder einen Sturz entstanden zu sein. Die anatomische Vergleichung zeigte nicht

nur beträchtliche Abweichungen von den heutigen Indogermanen und Annäherung an die Eskimos, sondern drei oder vier entschiedene Affenähnlichkeiten und ist daher in hohem Grade interessant. Letztere bestehen in der Grösse des Weisheitszahnes, Platyknemie und Schiefstellung der Tibia nach hinten, vor allem aber in einem Greiffuss.

Das Skelett ist nach Testut männlich, 1,5 m hoch, zeigt mehrere Spuren von Arthritis deformans und ein Lebensalter zwischen 50—70, vielleicht zwischen 55—65 Jahren. Aus der starken Entwicklung der Cristae und Muskelansätze ist *nicht* zu schliessen, wie Ref. schon öfters betont hat, dass die entsprechenden Muskeln besonders stark entwickelt waren. Denn bei älteren rheumatischen Individuen verknöchern ihre Ansätze in ausgedehnter Weise. Besonders entwickelt würden nach Testut gewesen sein: die Kaumuskeln, die Mm. supraspinatus, infrapinatus, deltoideus, pectoralis major, cucullaris, teres major, glutaeus maximus, die hinteren Muskeln des Oberschenkels und Unterschenkels überhaupt. Alle Extremitätenknochen sind relativ kurz, dick, massiv. Ref. würde für die Körpergrösse ebenfalls ca. 1,5 m berechnen, falls das Skelett factisch weiblich wäre, wogegen nebenbei auch die stark gekrümmten Schlüsselbeine sprechen, sonst aber nur 1,28 m; jedenfalls handelt es sich um ein kleines Individuum.

1. Der *Schädel* ist dolichocephal und hypsicephal, seine Capacität beträchtlich. (Testut folgt der französischen kranimetrischen Methode):

L = 100	Chance- lade	Pariser	Eskimos	Hotten- totten*)	Neger*)	Fran- zosen*)	Deutsche*)
Längenbreitenindex	72,0	—	71,7	72,4	—	—	—
Längenhöhenindex .	107,9	82,2	—	—	—	—	—
Capacität in ccm .	1710	—	—	1339	1485	1523	1696

Testut berechnet daraus das Gehirngewicht zu 1487 g.

Gehirngewicht in g.				
Chancelade	Deutsche	Engländer	Franzosen	Italiener
1487	1424	1422	1320—1359	1308

Die Schädelnähte sind meist verstrichen, die Wölbung des Stirnbeines ist beträchtlich, doch kann man sie nicht für pathologisch halten (Ref.), die Stirn ist hoch, das Gesicht sehr breit und hoch, die Orbita sehr hoch, die Nase gerade und lang, der Unterkiefer mächtig.

Zugegeben, dass die von Testut mittels Senfsamen bestimmte und als Minimum bezeichnete Schädelcapacität der Wahrheit nahe kommt, so kann Ref. nach den Erfahrungen, die man in Deutschland mit dem Neanderthaler und Cannstadter Schädel gemacht hat, welche Testut freilich beide noch für besondere Rassen hält, den Zweifel nicht beseitigen, ob es sich wirklich um einen Zeitgenossen des Renntieres handelt. Es könnte auch eine alte kranke Frau gewesen sein, die Schutz vor der Winterkälte in einer Höhle gesucht hat und in zusammengekauerter Stellung da vor einigen Jahrhunderten gestorben ist. Gegen diese einfachste Hypothese sprechen

*) Die Zahlen nach Davis (1868).

nun abgesehen von den im Schlamme gefundenen angeblich oder wirklich bearbeiteten Feuersteinen und Renntierknochen, eine Reihe von Thatsachen, die dem anatomischen Scharfblick von Testut zu verdanken sind.

2. Die *Zähne* sind stark abgeschliffen, der linke untere Weisheitszahn stärker als der zweite Molarzahn und der rechte Weisheitszahn fast eben so gross wie der linke.

3. Das *Os femoris* hat einen dritten Trochanter, sein Collum inseriert sich unter einem Winkel von 115° . Letzterer sollte bei einem (deutschen) männlichen Skelett $127-135^{\circ}$, nach Testut $127-130^{\circ}$ betragen, beim (deutschen) Weibe dagegen 115° (Ref.).

4. Die *Tibia* ist leicht platyknemisch. Sie ist der Quere nach abgeplattet; der Dickenbreitenindex beträgt ca. 61, anstatt 70—73 bei Parisern und 48 an den Skeletten aus indianischen Mounds. Ausserdem steht ihre vordere Kante schräg nach vorn in einem Winkel zu ihren oberen Gelenkflächen von $72,5^{\circ}$, anstatt von ca. 77° bei modernen Franzosen.

5. Beide Füsse resp. die Längsaxen beider *grossen Zehen*, wenn man nach der allein vorhandenen rechten urteilen darf, stehen nicht einander parallel, sondern bilden einen nach *hinten* offenen spitzen Winkel. Dazu ist die Längsaxe der Ossa metatarsi I so schräg dem Os naviculare aufgesetzt, dass die Spitze der grossen Zehe von der zweiten Zehe 30—35 mm entfernt bleibt. Dadurch nun erhält der Fuss eine allerdings grosse Aehnlichkeit mit dem eines anthropoiden Affen.

Man wird zugestehen, dass viel Scharfsinn dazu gehörte, um die obigen Resultate herauszubekommen, zumal bei dem Erhaltungszustande der Knochen, den kümmerlichen Resten, die von der Wirbelsäule und dem Becken vorlagen und den sonstigen Schwierigkeiten. Testut verhehlt sich auch schliesslich keineswegs den Einwand, es könne sich vielleicht nicht um eine Bastard-Rasse, die sich aus der Mischung eines eingeborenen Eskimo-ähnlichen Stammes mit Einwanderern gebildet haben soll, sondern um einen individuellen Fall handeln. Leider ist die Vorfrage nicht entschieden und trotz der vorzüglichen Abbildungen ohne erneute Untersuchungen nicht zu entscheiden, wie viel von den Besonderheiten des Schädels und der unteren Extremität (No. 1, 3, 4, 5) auf pathologische Rechnung zu setzen ist. Es erscheint dem Fernerstehenden vielleicht sonderbar, dass die seltensten prähistorischen Skelette, wie das vom Neanderthal jedesmal an Rhachitis, Arthritis deformans, Höhlengicht, Knochenwunden und Knochenkrankheiten (vergl. diese Monatschrift. 1885. Bd. II. H. 4. S. 193. Taf. XII) gelitten haben sollen; in Wahrheit aber ist es keineswegs auffallend, wenn kranke steife Leute zur Winterszeit im Walde nicht weiter können, in eine Höhle sich verkriechen und nachher von Schlamm oder Lehm zugedeckt werden, der die verschiedensten Dinge enthalten kann. Man muss nur unbefangen die Thatsachen ins Auge fassen und nicht immer gleich an antediluvianische Affen denken.

(Travail exécuté au laboratoire d'Histologie normale et d'Embryologie de Genève.
Thèse présentée à l'Ecole dentaire de Genève.)

Recherches sur la distribution mathématique des prismes de l'émail dentaire

par

Louis Grasset,

médecin-chirurgien-dentiste diplômé de l'Ecole dentaire de Genève.

(Avec pl. IV et V.)

Introduction.

Les lois de la statique régissent tout l'Univers, et les physiciens en ont souvent démontré l'existence dans leurs recherches. L'application de ces lois est faite journellement par les ingénieurs et les architectes avec un succès toujours croissant. La Biologie elle-même tend de plus en plus à se servir de données mathématiques.

Quant à l'étude des lois de la Statique dans les corps organisés, nous ne sommes malheureusement pas aussi avancés que les physiciens et les ingénieurs ne le sont pour les corps inertes. Cependant on a déjà reconnu la réalisation de l'application de ces lois en physiologie, pour la plupart des mouvements musculaires.

Au point de vue anatomique, les travaux de Meyer, de Julius Wolff faits à l'instigation de Culmann, ont ouvert une ère nouvelle. Après eux, Monsieur Eternod a démontré que la structure de l'émail des dents répondait à ces lois, dans l'homme et dans quelques espèces animales. Quant aux parties molles, nous sommes heureux de pouvoir citer le travail encore inédit d'un de nos collègues, Monsieur Collaud¹⁾.

¹⁾ Depuis que ces lignes ont été rédigées, ce travail a été publié dans le *Journal international d'anatomie et de physiologie*. 1890. T. VII. p. 32.

Dans sa thèse, exécutée dans le laboratoire d'histologie normale de la Faculté de Médecine de Genève, il démontre l'application des mêmes lois au périoste alvéolo-dentaire, partant aux parties molles.

Nous ne saurions mieux faire que de donner le principe de ces lois telles que nous les trouvons formulées par Monsieur le professeur Eternod: „Quant un objet est soumis à une pression la statique démontre, 1^o qu'il se produit des lignes de traction et de pression „suivant la distribution de l'effort; 2^o que les trajectoires de traction „et de pression se coupent toujours à angle droit“.

Sur le conseil de Monsieur le professeur Eternod qui depuis bien des années, s'occupe de ces problèmes de statique dans la Biologie, nous avons entrepris l'étude de la distribution des prismes adamantins dans un certain nombre d'espèces animales autres que celles qu'il a examinées lui-même, et nous avons constaté une confirmation complète des faits qu'il a avancés dans ses propres travaux. Nous avons pu observer que les lois de la statique régissent constamment la distribution des prismes adamantins, et qu'on peut toujours les découvrir par l'examen microscopique.

Au point de vue de la mécanique dentaire, ce fait est d'une grande importance; car, grâce aux dispositions des prismes de l'émail, la pression est transmise de telle façon que, lorsqu'elle s'exerce sur un point quelconque de la couronne, elle se répartit sur toute la surface de l'émail et arrive à la dentine excessivement amoindrie. L'action, dans l'émail, serait analogue à ce qui se rencontre dans les ponts de chemins de fer, ou les travées sont formées de pièces en fer disposées en croix se coupant à angle droit, de sorte que la pression s'exerçant verticalement, se transmet dans le sens horizontal aux deux culées extrêmes du pont. Il en résulte que le pont au lieu de plier devient plus rigide et plus résistant. Il ne serait pas difficile de démontrer des actions mécaniques toutes pareilles dans les voûtes en fer. Des faits analogues se retrouvent dans l'émail des dents, quoique d'une façon plus compliquée, comme nous allons chercher à le montrer.

Qu'il nous soit permis d'exprimer ici notre reconnaissance à notre cher Professeur Monsieur Eternod pour l'obligeance avec laquelle il s'est mis à notre disposition et pour ses bons conseils, sans lesquels nous

nous serions maintes fois trouvé bien embarrassé dans notre travail. Nous voulons aussi témoigner notre gratitude à notre bien aimé père pour les dessins qu'il a exécutés pour nous.

Le plan que nous adopterons dans notre exposition est le suivant:

1^o Objet de l'étude. — 2^o Technique. — 3^o Description générale d'abord, puis de chaque dent en particulier. — 4^o Discussion. — 5^o Conclusions.

§ I. Objet de l'Etude.

Dans le cours de ce travail nous avons successivement observé des dents de rat, d'écureuil, de lapin, de lièvre et de cheval, au moyen de coupes longitudinales, transversales et tangentielles par rapport à la surface des dents. Nous avons fait en tout une soixantaine de coupes, qui nous ont permis, par des observations scrupuleuses, d'arriver à des conclusions positives.

Nous avons largement usé du bel ouvrage dans lequel Tomes étudia soigneusement, au point de vue anatomique, l'émail des rongeurs¹⁾, sans s'occuper toutefois des conséquences qui ont quelque rapport avec les lois de la statique. Cet ouvrage est accompagné d'un grand nombre de planches soigneusement exécutées dont quelques-unes se sont trouvées en parfait accord avec les dessins que nous avons exécutés nous-même (Tomes s'est attaché spécialement à démontrer qu'il est possible de reconnaître et de classer les rongeurs d'après la structure de l'émail de leurs dents, ce que nous avons pleinement constaté après lui). Voici comment il s'exprime sur ce point. „Je n'ai pas poussé bien loin „mes recherches sur cet intéressant sujet; cependant il m'a semblé „avant tout que la famille *Hystriidae* et la section *Bathyergina* de „Waterhouse ont un caractère constant et exclusif dans la structure „de l'émail; que les *Sciuridés* ont un caractère différent; que la „première et la seconde section de la famille *Muridés* en possèdent un „troisième; que la dernière section de cette même famille a un qua-

¹⁾ John Tomes, On structure of dental tissues of Rodentia. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. 1850.

„trième caractère bien reconnaissable, enfin que les *Léporidés* en ont „un cinquième ¹⁾“

Nous devons encore mentionner les beaux travaux de Richard Owen, qui a entrevu l'implantation régulière des prismes adamantins, sans toutefois en relever les lois mécaniques ²⁾.

§ 2. Technique.

Avant d'entrer dans nos descriptions, il ne sera pas inutile de dire quelques mots des méthodes qui ont été employées pour monter les préparations et en user.

Dans le travail de Tomes, nous ne trouvons aucune indication sur les moyens qu'il a mis en œuvre pour faire ses préparations. Les légères variations que nous observons entre ses dessins et les nôtres proviennent assurément de la différence des procédés employés dans les recherches.

Nous dirons, pour ce qui nous concerne, que nos coupes ont été exécutées au moyen d'une meule d'émeri extra fine, humectée avec de l'eau légèrement additionnée d'acide chlorhydrique. Nous avons suivi en cela les directions de Monsieur le professeur Eternod. Par ce moyen, les prismes apparaissent nettement séparés les uns des autres. Dans cette opération, il est important de faire toujours tourner la meule dans le même sens, sur la partie qu'on veut user, afin de ne pas rayer la dent dans tous les sens, ce qui gênerait l'examen microscopique. Nous usions d'abord la dent sur une de ses faces, puis, après avoir poli cette face et l'avoir lavée à l'alcool, nous la fixions sur une plaque de verre au moyen de baume de Canada épaissi. Enfin nous achevions d'user et de polir la dent sur l'autre face.

¹⁾ I had not proceeded for however, in the investigation of this highly interesting subject, before it became apparent to me that the family Hystricidae and the section Bathyergina of Waterhouse have a constant and exclusive character in the structure of the enamel: that the Sciuridae have another character; that the first and second section of family Muridae possess a third: and that the remaining section of that family possess a fourth well marked character, and the Leporidae a fifth.

²⁾ Richard Owen, *Odontography or comparative anatomy*. London. 1840—45. Texte et atlas.

Ce procédé a l'avantage de permettre d'observer la coupe à maintes reprises, au microscope, pendant toute la durée de l'opération. Non seulement il y a économie de temps, mais encore la préparation se trouve en grande partie montée. Il ne reste plus qu'à mettre une goutte de glycérocolle, à couvrir d'une lamelle et la préparation est terminée.

Pour l'appréciation des angles dans les prismes de l'émail, nous avons employé avec succès l'oculaire micrométrique quadrillé.

§ 3. Description.

Comme chacun le sait, les incisives des rongeurs sont à croissance continue, de manière à compenser la déperdition de substance qui résulte de l'usure, et à maintenir toujours la dent à la même hauteur.

Les incisives sont en forme de croissant et assez longues relativement à leur largeur; c'est leur épaisseur qui diffère le plus, selon les classes que l'on considère.

L'extrémité libre n'est pas coupée franc, mais elle se termine en bec de flûte, de manière à dessiner une crête tranchante sur le bord antérieur de la dent. Les incisives supérieures sont plus courtes que les incisives inférieures et ont une courbure plus accentuée. Leur implantation radiculaire parcourt, pour ainsi dire toute la longueur du maxillaire.

On peut remarquer que la distribution de l'émail sur les dents varie suivant les animaux: chez l'homme, l'émail recouvre toute la couronne dentaire; chez les rongeurs, il ne protège que le bord antérieur convexe de la dent et se perd insensiblement sur les faces latérales. Il existe dans quelques espèces de rongeurs, le rat et l'écureuil par exemple, une coloration superficielle jaune-brun, qui se produit au niveau du bord antérieur des incisives.

Un fait constant qu'il faut noter, c'est que, lorsque les prismes qui traversent la couche d'émail sont inclinés, l'inclinaison est toujours dirigée vers la pointe de la dent en allant du dedans au dehors. Il en est de même pour les angles formés par les prismes de deux couches, ils sont toujours ouverts dans le sens de la face triturante de la dent.

Rat.(Voy. figures 1, 2, 3, 4¹⁾).

Si l'on examine au microscope avec un faible grossissement, une coupe longitudinale d'incisives de rat, on voit que la couche d'émail est peu épaisse, et qu'elle se divise en deux zones distinctes: une zone superficielle fort mince qui n'occupe que le $\frac{1}{6}$ de l'épaisseur et est colorée; puis une zone ou couche profonde et incolore, qui forme les $\frac{5}{6}$ restants. Si l'on emploie un grossissement plus fort, on aperçoit que les prismes de la couche profonde et incolore sont d'aspect rectangulaire, petits et très rapprochés les uns des autres. Ils sont arrangés en colonnes, dont l'une plus large, est formée de prismes rubannés, coupés transversalement ou un peu obliquement, suivant la coupe, et superposés à plat, tenant ainsi toute la longueur de la colonne qui traverse l'émail dans sa largeur. La colonne voisine alterne avec une troisième colonne semblable à la première; elle est plus étroite et se compose des mêmes prismes, vus en coupe sensiblement longitudinale, de sorte qu'ils forment un angle droit *très-apparent* avec les séries avoisinantes. Cette dernière distribution des prismes s'observe mieux à la pointe de la dent qu'à la base où ceux-ci sont moins développés partant moins apparents.

Ce n'est pas seulement chez le rat que cette particularité se rencontre, mais chez tous les rongeurs en général. Il existe une différence dans l'image fournie par la dent considérée à des hauteurs différentes, au point de vue de la plus ou moins grande complication des prismes: cette différence doit tenir à la croissance continue des dents chez ces animaux.

La couche superficielle, colorée, est composée des mêmes prismes plus fins et plus courts, qui s'infléchissent obliquement, toujours dans le sens de la face triturante. De plus on saisit un entrecroisement des fibres; mais la distribution en colonne ne se retrouve pas dans cette couche.

Si l'on examine au microscope avec un fort grossissement, la coupe transversale, on voit dans la couche profonde des prismes courts, dessinant dans la coupe des segments rectilignes qui s'entrecoupent à angle droit: ils sont disposés en séries courbes parallèles.

¹⁾ Les figures sont notées en suivant et se rapportent toutes aux planches IV et V

Il s'en suit que l'aspect change selon que l'on observe l'émail dans l'une des zones ou dans l'autre. Ainsi dans les parties épaisses de l'émail, ces lignes courbes se produisent depuis la profondeur en suivant le bord de la dentine et en se rapprochant des bords de l'émail: on voit ces lignes prendre naissance près de la dentine.

La couche colorée est composée de petits prismes fins et entrecroisés qui présentent à peu près le même aspect que dans la coupe longitudinale: ils traversent obliquement cette couche superficielle.

Enfin si nous examinons une couche tangentielle à la surface d'une même incisive, faite de telle manière que les prismes vus de face se présentent successivement à toutes les hauteurs de sa couche d'émail, nous trouvons que les prismes dessinent des arcs complètement entrecroisés. Dans la couche colorée, on distingue des prismes dont les extrémités sont coupées obliquement. Vers les bords l'émail disparaît peu à peu et offre dans cette partie beaucoup de ressemblance avec la coupe longitudinale. En résumé, la couche superficielle ne paraît pas jouer un grand rôle mécanique. Par contre, elle a certainement une grande utilité en préservant de l'usure la couche profonde; aussi proposerons-nous de nommer cette couche superficielle *couche de réserve ou d'épargne*. Elle transmet les forces à la couche profonde, tout en la protégeant. La couche profonde est formée entièrement de prismes entrecroisés à angles droits, de telle sorte que les forces se répartissent de proche en proche pour s'affaiblir rapidement.

Écureuil.

(Voy. figures 5, 6, 7, 8).

Pour aller du simple au composé, nous passerons à la description de l'incisive de l'écureuil.

La couche d'émail est assez mince, mais on y voit également deux zones bien marquées. La zone superficielle est colorée et occupe le $\frac{1}{3}$ de la couche totale, la zone profonde et incolore forme les $\frac{2}{3}$ restants.

Si l'on examine avec un fort grossissement une coupe longitudinale, on remarque que les prismes de la couche profonde présentent l'aspect de bâtonnets, qui paraissent implantés verticalement par rapport à la

surface de la dentine; les bords sont droits et unis, et l'on aperçoit dans l'intérieur de quelques-uns de ces prismes des stries transversales bien accentuées. Arrivés au niveau de la couche colorée, ils s'infléchissent brusquement pour prendre une marche oblique; de manière que leur extrémité libre soit tournée dans la direction de la pointe de la dent. Les prismes de la couche profonde forment donc avec ceux de la couche superficielle un angle de 135° , qui n'est autre qu'un angle droit décomposé.

Malgré la constatation de cet angle droit décomposé, l'image que nous fournit la coupe longitudinale est insuffisante pour nous donner une idée de l'agencement réel des prismes (fig. 5).

Tout autre est l'image de la coupe transversale.

Les prismes affectent une marche serpentine en forme de *doucine*. En suivant un seul prisme dans son parcours, nous trouvons que son extrémité profonde en contact avec la dentine, prend une direction verticale par rapport à la surface de la dent; puis, dans la partie moyenne, il s'infléchit en dessinant une courbe très régulière qui affecte une marche oblique sous un angle de 45° . Il dessine ensuite, en sens inverse, une courbe analogue, en sorte qu'il arrive à se terminer verticalement par rapport à la surface générale de l'émail. Si nous décrivons la chose en d'autres termes, nous dirons que chaque prisme de l'émail peut se décomposer en trois parties: un segment profond rectiligne, un moyen en *doucine* et un superficiel de nouveau rectiligne et parallèle au premier (fig. 6).

Quant aux rapports des prismes les uns avec les autres, nous voyons qu'ils s'accolent ensemble de manière à affronter symétriquement leurs différentes courbures, si bien qu'il en résulte dans la couche moyenne un entrecroisement *rigoureux à angle droit*, ainsi qu'on peut le constater avec le micromètre.

Cette image comme on peut le remarquer, est bien différente de telle qui nous est fournie par la coupe longitudinale.

Dans la couche colorée, nous avons de petits prismes en continuité directe avec les prismes de la couche profonde, et qui ont un trajet très-court.

Maintenant que nous connaissons la distribution des prismes, nous

pouvons nous expliquer facilement les stries que nous avons observées dans la coupe longitudinale. Suivant la manière dont la coupe tombe nous aurons ou nous n'aurons pas de stries, ces dernières étant formées par les prismes coupés transversalement ou légèrement obliquement.

En somme, les prismes sont entrecroisés en croix (X) dans la couche profonde, disposition qui est éminemment favorable pour résister aux pressions et les diviser. Quant à la couche superficielle, elle doit jouer ici le même rôle protecteur que chez le rat.

Lapin.

(Voy. figures 9, 10, 11, 12, 13, 14).

L'incisive du lapin est dépourvue de coloration et ne présente qu'une seule couche. En général ces dents diffèrent notablement des précédentes que nous avons examinées, et semblent faire un peu exception aux lois générales que l'on retrouve chez les autres rongeurs. Nous reviendrons plus loin sur ce sujet dans la discussion, et nous prendrons l'avis de Tomes sur ce point.

L'incisive de cet animal est large et épaisse. On observe sur la ligne médiane de la face une rainure peu profonde, pourvue également d'émail. La présence de cette rainure est exceptionnelle, en ce sens qu'elle ne se retrouve pas chez les autres rongeurs.

La coupe longitudinale de l'incisive, vue avec un fort grossissement, nous présente des prismes très minces, tortueux et beaucoup plus longs que ceux des espèces précédentes; ils sont serrés et très nombreux. Ils cheminent dans des plans différents, par faisceaux à marche opposée. Cette distribution est régulière. On observe à des intervalles égaux des faisceaux de prismes qui partent obliquement de la profondeur. Entre ces faisceaux, l'on a des groupes de prismes intercalés régulièrement, ici en section franchement transversale, là en section oblique, revenant ensuite assez subitement au premier agencement longitudinal oblique. Chaque section nous donne une image différente, tantôt ronde, tantôt ovale, tantôt en losange.

Cela paraîtra d'abord sous un autre aspect à l'œil inexpérimenté, mais avec un peu d'attention et au moyen de l'emploi de la vis microscopique, on verra que c'est dû à la marche tortueuse des faisceaux

et au changement de leur direction initiale. En considérant la fig. 10, on se rendra facilement compte en *a* de l'apparence, et en *b* de la réalité, les deux choses étant représentées dans une même coupe. Tels qu'ils sont représentés en *a*, les prismes ont l'aspect de gerbes s'étalant depuis la profondeur; les fibres centrales traversent la couche d'émail, tandis que les fibres latérales semblent diverger pour s'entrecouper avec les fibres semblables du système voisin. Cet effet est produit par des prismes venant de la profondeur et subissant à cet endroit un de ces infléchissements mentionnés plus haut.

La coupe transversale (Voy. fig. 13) nous donne une image sensiblement la même. Les prismes y sont encore plus enchevêtrés; mais le principe reste le même. Des coupes de molaires faites dans les deux sens, nous ont donné des résultats tout à fait analogues à ceux que nous venons d'indiquer.

En parcourant les préparations d'un œil distrait, on voit de tous cotés des prismes formant des angles droits avec les groupes de prismes voisins; et si nous comparons les dents du lapin avec les espèces que nous avons déjà étudiées, la différence de structure des prismes nous frappe dès l'abord. Les dimensions qu'on observe chez le lapin sont bien moindres; les systèmes beaucoup plus compliqués, moins massifs, en un mot, construits pour une résistance tout autre. Par ces entrecroisements si nombreux, les forces sont divisées à l'infini, immédiatement et dans tous les sens.

L'inclinaison qu'affectent les systèmes est toujours dirigée vers la pointe de la dent.

Lièvre.

L'émail des dents du lièvre ne présente aucune différence appréciable avec celui des dents du lapin.

Cheval.

(Voy. figure 15).

Nous avons eu la pensée d'examiner aussi l'émail des incisives du cheval, parce qu'il s'éloigne des prismes précédemment décrits.

Tout y étant comparativement plus volumineux, nous pouvons déjà saisir quelques détails à l'œil nu. La couche d'émail est très

large, elle est striée transversalement et un peu obliquement sous forme de raies d'un blanc crayeux assez rapprochées.

La coupe longitudinale, vue avec un faible grossissement, montre deux zones bien distinctes (voy. fig. 15). La couche profonde occupe environ le $\frac{1}{3}$ de l'espace; elle est formée par de longs prismes minces et droits qui s'entrecroisent à angle droit; exactement en forme de croix (X). La couche superficielle occupe les $\frac{2}{3}$ de l'espace restant. Les prismes y sont aussi très longs et minces; mais ondulés; ils ont l'aspect de grandes arborisations traversant l'émail et paraissant se subdiviser comme des sortes de gerbes pareilles à celles du lapin. Les faisceaux sont plus rapprochés que chez le lapin et dans l'intervalle il y a des faisceaux sectionnés obliquement et transversalement; en réalité le principe est le même.

Dans la coupe transversale, les prismes paraissent beaucoup plus ondulés; ils sont également longs et étroits; ils partent de la profondeur et vont en serpentant jusqu'à une certaine distance du bord pour devenir rectilignes en se terminant. Ces ondulations sont en forme de tourbillons spiraloïdes, dont les spires se coupent à angle droit avec les voisines.

En résumé, il existe une grande analogie entre le cheval et le lapin. Chez le premier l'agencement de la couche profonde en croix (X), forme une base à la fois élastique et résistante; d'autre part, les pressions sont encore décomposées par ces prismes à plusieurs courbures s'entrecroisant entre eux.

§ 4. Discussion.

Il ressort des descriptions précédentes, que nous trouvons partout des angles droits formés par l'entrecroisement des prismes de l'émail. Nous avons constaté qu'il en était de même pour les espèces que nous n'avons pu nous procurer.

Il est frappant que dans les dessins de Tomes, qui, comme nous l'avons dit, n'ont pas été exécutés en vue de démontrer les lois de la statique dans l'émail, nous trouvions à chaque instant des images en zigzag, en tourbillons spiraloïdes, des entrecroisements à angle droit. Notre travail est donc anatomiquement, une confirmation de celui de Tomes.

Il mentionne aussi dans son texte, à plusieurs reprises, les angles formés par les prismes, soit entre leurs différentes couches, soit avec la surface de la dentine; mais il n'en tire aucune conclusion ayant rapport aux dispositions mécaniques. Par exemple, à propos d'une coupe verticale d'incisive de *sciurus niger*, il dit: „Les prismes forment „un angle droit avec la surface de la dentine, croissant doucement en „épaisseur dans leur trajet ¹⁾.“ Plus loin, à propos d'une coupe transversale de la même dent, il s'exprime ainsi: „après avoir traversé en „diagonale, dans le plan horizontal de la dent, les $\frac{2}{3}$ de l'épaisseur „de l'émail, les prismes changent tout d'un coup de direction; ils se „dirigent en haut et en dehors en formant un angle de 45° avec leur „direction primitive ²⁾.“

On doit noter qu'il existe une disposition de l'émail en deux couches chez tous les rongeurs, excepté chez le lapin et le lièvre et voici les propres termes de Tomes à ce sujet: „Sauf dans les incisives „du lièvre et du lapin, j'ai trouvé, appliquée à tout l'ordre des rongeurs, „la division de l'émail des incisives en deux couches, comme l'a décrit „le Prof. Owen. Je n'ai cependant pas eu l'occasion d'examiner les „Lagomys, mais, étant donnée leur grande relation avec les lièvres, „il est plus que probable que l'émail de leurs incisives n'est pas divisé „en couche externe et en couche interne ³⁾.“

On ne peut pas établir de règle sur la marche des prismes relativement aux couches: elle diffère suivant les cas, Tomes dit à ce sujet: „Il s'élève une objection contre le terme couche, les deux parties „étant constituées par des fibres continues. Dans la partie interne, „elles sont striées en croix, pendant que dans l'externe elles sont „parallèles, mais leur continuité peut-être distinctement suivie. Dans

¹⁾ They form a right angle with the surface of the dentine, increasing slightly in thickness in their course outwards.

²⁾ The fibres, after traversing in a diagonal course the horizontal plane of the tooth twothirds of the thickness of the enamel, turn abruptly upwards and outwards at an angle of 45° degrees with their original direction.

³⁾ The division of the enamel of the incisors into two layers, described by Prof. Owen, I have found common throughout the order, excepting in the incisors of the Hares and the Rabbit: the Lagomys I have not had an opportunity of examining but from their close relation to the Hares it is more than probable that in their incisors the enamel is not divided into an outer and inner layer.

„les molaires de beaucoup d'Hystriades, l'ordre habituel est renversé; „dans la couche interne, les fibres sont parallèles et dans la couche externe, elles sont striées en croix ¹⁾).

Au point de vue des dispositions des prismes et de leur action mécanique, les résultats que nous avons obtenus sont la confirmation du travail de Monsieur le Professeur Eternod.

On peut facilement constater par nos descriptions que les lois énoncées se trouvent appliquées avec la plus grande exactitude, en sorte que les pressions qui agissent sur un point quelconque de l'émail sont distribuées sur la totalité de l'émail par suite de l'agencement spécial des prismes qui le composent. Il en résulte, comme nous l'affirmons que la pression qu'aurait à supporter la dentine est nulle ou à peu près nulle.

Quant à l'inclinaison des prismes, que nous avons reconnue être toujours dirigée vers la pointe de la dent en allant du dedans au dehors (voy. p. 6) cette direction s'explique par le fait que la partie la plus exposée à la pression chez les rongeurs, est la pointe d'émail de la face triturante; c'est de là en effet que part tout l'effort, pour se distribuer aux autres parties de l'émail et jusque dans les parties latérales de la dent.

Nous attribuons à la couche superficielle un rôle de protection contre l'usure, etc. tout en transmettant les forces, car il est démontré en mécanique, qu'une force agît aussi bien sur un bras de levier, qu'elle agit directement sur un système.

Ensuite de l'ordre que nous avons adopté dans notre exposition, on peut parfaitement suivre une gradation allant du simple au composé. Nous commençons par le *rat*, où nous trouvons les prismes, les plus simples agencés mathématiquement de la manière la plus simple, puis nous continuons par l'*écureuil* chez lequel nous rencontrons des prismes et des systèmes plus compliqués; enfin nous arrivons au *lapin*

¹⁾ The term layer is open to objection, as the two parts are made up of continuous fibres. In the inner part they decussate, while in the outer they are parallel, but their continuity may be distinctly traced. In the molars of many Hystriacine teeth, the usual order is reversed; in the inner portion the fibres are parallel, and in the outer part of the enamel they decussate.

et au *cheval*, qui présentent des prismes tout différents, dans un agencement beaucoup plus difficile à reconstituer à cause des différents plans dans lesquels les prismes se meuvent.

§ 5. Conclusions.

Il ressort des recherches auxquelles nous nous sommes livré, que nous nous croyons autorisé à conclure pour les espèces que nous avons étudiées :

1^o que les prismes de l'émail sont disposés, dans la plupart des cas, d'une manière conforme aux lois de la statique;

2^o que la résistance si grande de l'émail est dûe à l'agencement mathématique des prismes qui le composent, en sorte que les forces agissant sur un point déterminé de l'émail se répartissent sur toute son étendue;

3^o qu'il y a dans l'agencement des prismes adaption à la fonction.

Explication des pl. IV et V.

Les figures 1, 2, 3, 4 concernent les incisives du *rat*. Les Nos 1 et 3 représentent des coupes longitudinales, et les Nos 2 et 4 des coupes transversales.

Les figures 5, 6, 7, 8 se rapportent aux incisives de l'*écureuil*. Elles représentent des coupes longitudinales, le No 6 représente une coupe transversale.

Les figures 9, 10, 11, 12, 13, 14 sont des coupes d'incisives et de molaires de *Lièvre* et de *lapin*. Le No 13 représente une coupe transversale. les autres représentent des coupes longitudinales. La figure 15 est une coupe longitudinale d'incisive de *cheval*.

Das Wesen und die Aufgabe der systematischen Kraniologie

von

Prof. Dr. Aurel v. Török ¹⁾.

An keinem Teile des menschlichen Körpers vernehmen wir die Aeusserung des inneren Wesens („Seele“) des Organismus dem Augenscheine nach so unmittelbar wie am Kopfe, d. h. am sogen. Schädel.

Wir fühlen uns dazu gedrängt, das innere Wesen eines Menschen an seinem Antlitze abzulesen, wiewohl wir uns der hierbei allerlei möglichen Fehlschlüsse bewusst sind. Kein Problem ist deshalb so häufig und anhaltend der Forschung unterzogen worden, als jenes, welches uns das Verhältnis zwischen der äusseren Erscheinung des Kopfes und den geistigen Erscheinungen vermitteln soll. Die Versuche dieser Art datieren schon von der Zeit her, als der Mensch^{*} über sich nachzudenken den ersten Versuch gemacht hat. Und wenn auch alle Versuche bisher samt und sonders scheitern mussten, so können wir von diesem Problem doch nicht ablassen, und auch die strenge Wissenschaft hat die Pflicht, sich mit diesem Problem ganz sachgemäss zu befassen.

Wenn man die lange Reihe von Irrtümern nach dieser Richtung hin bedenkt, so ist es gewiss eine der nächsten Aufgaben der Wissenschaft, genau festzustellen, warum alle bisherigen Versuche scheitern

¹⁾ Aus dem kurz vorher erschienenen Werk des Verfassers: „Grundzüge einer systematischen Kranimetrie. Methodische Anleitung zur kranimetrischen Analyse der Schädelform für die Zwecke der physischen Anthropologie, der vergleichenden Anatomie sowie für die Zwecke der medizinischen Disziplinen (Psychiatrie, Okulistik, Zahnheilkunde, Geburtshilfe, gerichtliche Medizin und der bildenden Künste (plastische Anatomie). Ein Handbuch fürs Laboratorium. Mit zahlreichen Abbildungen. Stuttgart, Verlag von Ferdinand Enke. 1890.

mussten. Erwägt man die Momente, auf welche Art und Weise bisher diese Versuche gemacht wurden, so müssen wir sofort zur Einsicht gelangen, dass bisher die Versuche einfach eben deshalb vollkommen fehlschlagen mussten, weil man bei ihnen von gar keinem festgestellten wissenschaftlichen Prinzip ausging und die Versuche selbst ohne jegliches System ausführte. Bei allen bisherigen Versuchen glaubte man irgend eine äussere Erscheinung an und für sich sofort ganz unvermittelt mit irgend einer bestimmten Eigenschaft des inneren Wesens (der Seele) in Zusammenhang bringen zu können. Das einzige Argument — *sit venia verbo* — war das „post hoc ergo propter hoc“. Alle Schlussziehungen der Lavater'schen Physiognomik oder der Gall'schen Phrenologie oder aber der allerneuesten Benedikt'schen psychiatrisch-kriminalistischen Diagnostik beruhen auf dieser groben Schablone der naiven Empirie.

Dass also eine wissenschaftliche, d. h. systematisch angelegte Forschung dieses Problems, welches gewiss das ideale Ziel der wissenschaftlichen Kraniologie bilden muss, nichts mit diesen roh empirischen Velleitäten gemein haben kann, das steht einmal fest. Die Frage ist nun, wie eine sichere Inangriffnahme dieses allerrätselhaftesten Problems nach so vielen Misserfolgen überhaupt ermöglicht werden könnte? Vorderhand kann es sich ja nur um eine Inangriffnahme des Problems handeln, denn schon jetzt die Frage aufzuwerfen, wieweit die wissenschaftliche Forschung nach dieser Richtung hin wird vordringen können, wäre gewiss nicht vom wissenschaftlichen Standpunkte aus gerechtfertigt, und wir dürfen uns bei unserer jetzigen Aufgabe durch eine solche voreilige Frage auch gar nicht beirren lassen und weisen dieselbe deshalb einfach zurück.

Es liegt auf der Hand, dass, wenn wir den Zusammenhang zwischen den äusseren Erscheinungen und dem inneren Wesen auf dem Wege der wissenschaftlichen Erfahrung ergründen wollen, wir das Problem inductiv behandeln und hierbei streng methodisch verfahren müssen.

Wir erblicken im allgemeinen in der äusseren Form des Schädels eine für das betreffende Wesen (Mensch, Tier) charakteristische Erscheinung, und wir fassen diese äussere Erscheinung mit dem inneren

Wesen in irgend einem unbekannten, aber unbedingten Zusammenhange auf. Wir bemerken ferner, dass das „innere Wesen“ des lebenden Menschen am Gesichte mehr weniger gekennzeichnet ist, und dass auch die Veränderungen des inneren Zustandes sich ebenfalls am Gesichte gewissermassen abspiegeln. Wir vermuten den gesetzmässigen Zusammenhang (die Correlation) zwischen den verschiedenen Momenten der äusseren Erscheinung und denjenigen des inneren Zustandes; ja wir sind einfach genötigt, diese Gesetzmässigkeit als ganz bestimmt vorauszusetzen, wenn wir auch hierfür einen strengen Beweis nicht zu erbringen vermögen. Das Problem ist also für uns noch zu rätselhaft, um uns hierin schon „a priori“ auch nur einigermassen orientieren zu können. Das eine aber muss schon jetzt ganz entschieden vor unseren Augen schweben, dass nämlich die nötigerweise vorausgesetzte gesetzmässige Correlation zwischen der äusseren Erscheinung und dem inneren Wesen von höchst complicierter Natur sein muss.

Da wir von der äusseren Erscheinung auf das innere Wesen einen Rückschluss ziehen wollen, so ist es einleuchtend, dass wir zuvörderst genau feststellen müssen: speziell was für äussere Erscheinungen wir mit gewissen Eigentümlichkeiten des inneren Wesens in eine bestimmte Correlation bringen wollen, und wie diese äusseren Erscheinungen selbst beschaffen sind. Bevor wir also die Gesetzmässigkeit der Correlation zwischen der äusseren Erscheinung und dem inneren Wesen zum Gegenstand unserer Betrachtungen machen, müssen wir die Gesetzmässigkeit in den äusseren Erscheinungen selbst genau eruieren. Somit kann es sich bei der ersten Inangriffnahme des Problems nur um dieses letztere Moment handeln, wodurch also auch die Richtung der allernächsten wissenschaftlichen Forschungen ganz präzise vorgezeichnet erscheint.

Wenn auch schon aus der bisherigen Erörterung mit Evidenz hervorgeht, worin das Wesen und die Aufgabe der Krianiologie zu suchen ist, und wenn auch schon die allgemeine Richtung der kranio-logischen Forschung hierbei angedeutet wurde; so ist einerseits bei der enormen Vielseitigkeit des Wesens und andererseits bei der ausserordentlichen Schwierigkeit der Einzelaufgaben der Krianiologie unbedingt nötig, hierüber noch ausführlicher zu verhandeln.

Die ausserordentlich grosse Wichtigkeit des Kopfes für die Anthropologie, d. i. für die Wissenschaft des *πρῶτι σεαυτόν*, besteht darin, dass derselbe der Behälter des Gehirnes (des Seelenorganes) und der Sinnesorgane (der Vorposten der Seele), nämlich des Gehör-, des Seh-, des Riech- und des Geschmacksorganes ist, ferner dass derselbe die Anfänge der Atmungs- und Verdauungswege mit ihren betreffenden Organen enthält, sowie dass derselbe den Ansatz und den Resonanzboden für das Stimmorgan bildet. Zieht man nun alle diese Momente der Bedeutung des Kopfes in Bezug auf die wissenschaftliche Erforschung der Schädelform in Betracht, so können wir schon hieraus die enorm lange Reihe jener verschiedenen und complicierten Fragen ersehen, deren Lösung die Aufgabe der systematischen Kraniologie bildet, weswegen auch der Begriff der wissenschaftlichen Kraniologie im Verhältnisse zu unseren bisherigen höchst einseitigen Auffassungen ausserordentlich erweitert werden muss.

In diesem neuen Begriffe der wissenschaftlichen Kraniologie müssen vor allem anderen zweierlei Dinge scharf auseinander gehalten werden und dementsprechend als zwei gleichwichtige Aufgaben der Forschung bezeichnet werden: nämlich die anatomische, d. i. die morphologische, und die physiologische, d. i. die functionelle Frage des kraniologischen Problems. Da beiderlei Fragen der Natur nach mit einander unzertrennlich verknüpft sind, so ist es evident, dass nur mittels Lösung beiderlei Fragen die wissenschaftliche Kraniologie überhaupt jener Aufgaben gerecht werden kann, welche ihr Wesen ausmachen.

Wie ungemein schwierig eine streng systematische Aufstellung aller wichtigeren Einzelaufgaben der wissenschaftlichen Kraniologie auch sein mag (um so mehr als dies bisher noch nie geschehen ist), so muss ich hier doch den ersten Versuch machen. Ein solcher Versuch braucht ohnehin nicht unbedingt auf die endgültige Formulierung Rücksicht zu nehmen, weshalb auch seine etwaige Dürftigkeit und sonstige Fehlerhaftigkeit nicht nach diesem Kriterium beurteilt werden darf.

Bevor wir auf die Einzelheiten der Aufgaben der Kraniologie eingehen, wird es nötig sein, vorher jene Gesichtspunkte aufzustellen, von welchen wir bei der systematischen kraniologischen Forschung im allgemeinen ausgehen müssen.

Zunächst muss hier das entwicklungsgeschichtliche und vergleichend-anatomische Moment des Problems in Betracht gezogen werden.

Da die Schädelform nicht fertig auftritt, sondern mit dem ganzen Organismus sich entwickelt und somit die fertige Schädelform nicht ohne genaue Kenntnis der entwicklungsgeschichtlichen Metamorphose verstanden werden kann, kann auch die systematische Kraniologie nicht jener Grundlage entbehren, die uns die entwicklungsgeschichtliche Forschung bietet. Da aber die Entwicklungsgeschichte der Einzelwesen (Ontogenie) nichts anderes als ein gewisser Auszug der Entwicklungsgeschichte des betreffenden Stammes der miteinander verwandten Einzelwesen (Phylogenie) ist, so muss die systematische Kraniologie ihr Studium unbedingt auch auf die Frage der Aehnlichkeit und die Verschiedenheit der zu dem Stamme gehörigen Schädelformen ausdehnen. Die morphologische Analyse der Schädelform muss also sowohl in vergleichend entwicklungsgeschichtlicher, wie auch in vergleichend anatomischer Richtung hin ausgeführt werden. Schon die bisherigen kraniologischen Beobachtungen weisen auf diese Notwendigkeit hin. Wenn wir nämlich eine grössere Reihe von Schädeln — gleichviel ob von einer und derselben oder von verschiedenen „Rassen“ — vor uns haben, so werden wir gewiss solche Schädelformen beobachten können, bei welchen gewisse Abweichungen von der sogenannten normalen Form, d. i. von der im grossen und ganzen sich wiederholenden Form der betreffenden Schädelgruppe vorhanden sind. Diese Abweichungen beziehen sich einerseits auf gewisse Momente der Ontogenie, wie z. B. die Permanenz der *Sutura frontalis mediana* s. *metopica*, der *Sutura transversa ossis zygomatici*, *Sutura interparietalis* etc., und andererseits auf gewisse Momente der Phylogenie, wie z. B. das *Diastema*. Ja es kommen auch solche Abweichungen vor, die als atavistische Reproduktionen von ausserhalb der Grenzen des enger verwandten Stammes, also von irgend einem weiter entfernten Stamme aufgefasst werden müssen, wie z. B. das eventuelle Auftreten des *Proc. paracondyloideus* s. *paramastoideus* am Menschenschädel, welche anatomische Eigentümlichkeit meines Wissens bisher weder bei den Anthropoiden, noch bei den übrigen Affen beobachtet wurde. Im allgemeinen kann

man also die an der fertigen Schädelform vorkommenden sogen. Anomalieen einerseits als ontogenetische und andererseits als phylogenetische Eigentümlichkeiten bezeichnen; die ontogenetischen repräsentieren die für eine bestimmte Phase der Entwicklungsgeschichte des Einzelwesens, und die phylogenetischen repräsentieren die für die Entwicklungsgeschichte des nächst oder auch weiter verwandten Stammes charakteristischen Eigentümlichkeiten der Schädelform.

Nebst dem soeben ausgeführten Moment muss in der systematischen Kraniologie bei allen Einzelproblemen der individuelle Charakter der Schädelform scharf in Betracht gezogen werden; d. h. die kraniologische Forschung muss sich genau an die sogenannten individuellen Eigentümlichkeiten der einzelnen Schädelformen halten, um dann aus den Ergebnissen einer möglichst grossen Zahl von Beobachtungen dieser individuellen Fälle dereinst mit einiger Sicherheit (d. h. mit grosser Wahrscheinlichkeit) gewisse allgemeinere Typen der Schädelform feststellen zu können. Bisher verfuhr man in der umgekehrten Richtung, indem man mit der Aufstellung irgend eines Typus sich beeilte und mit derselben schon fertig war, bevor man noch seine Allgemeingültigkeit bei der nötigen grossen Zahl von individuellen Fällen genauer geprüft hatte.

Die ausserordentliche Wichtigkeit dieses Momentes muss hier noch ausführlicher besprochen werden. So lange man noch sehr wenige Schädel und auch diese nur höchst oberflächlich untersucht hat, konnte man sehr leicht glauben, dass ein gewisser Schädeltypus schon durch einige wenige, willkürlich ausgewählte Eigentümlichkeiten vollkommen bestimmt werden kann. Als man aber dann später innerhalb eines solchermassen aufgestellten Typus mehrere — oder viele — Schädel untersuchte, hat man jene überraschende Entdeckung machen müssen, dass die individuellen Abweichungen innerhalb eines und desselben sogenannten Typus (Rasse) viel grösser sein können (eigentlich: sind) als zwischen den einzelnen Typen (Rassen) selbst. Die Inconvenienzen einer solchen einseitigen und oberflächlichen Typenaufstellung liegen ja doch klar auf der Hand. Der Grundfehler liegt hier einfach darin, dass bisher nicht eine einzige individuelle Schädelform (geschweige ein Typus) — ihrer ausserordentlichen Complicirtheit entsprechend —

ausführlich und methodisch analysiert wurde, somit alle bisherigen sogenannten Schädeltypen jeder sicheren Begründung entbehren, folglich auch gar keinen wissenschaftlichen Wert besitzen können. Ueberhaupt, welcher kategorische Wert könnte den bisher aufgestellten Schädeltypen beigemessen werden, wenn wir schon im voraus darauf gefasst sein müssen, dass die individuellen Verschiedenheiten innerhalb eines und desselben Typus diejenigen der mit einander zu vergleichenden Typen selbst bei weitem überflügeln können? Es wäre also ein unverzeihlicher Fehler, in den bisher aufgestellten Schädeltypen etwas anderes zu erblicken, als was sie sind, nämlich grobe Schablonen. Wenn wir also fürderhin Schädel zu untersuchen haben werden, dürfen wir nicht mehr unser Hauptaugenmerk darauf richten, ob die betreffenden Schädel etwa diesen oder jenen willkürlich und einseitig aufgestellten Typus repräsentieren, sondern wir müssen unbedingt alle einzelnen — individuellen — Schädelformen ganz ausführlich und genau unter einander vergleichen und determinieren, unbekümmert darum, ob hierdurch eine oder mehrere der aufgestellten Typen nachgewiesen werden können oder nicht. Das, was der wissenschaftlichen Kraniologie vor allen anderen Dingen noththut, das ist nicht die Aufstellung von Typen, sondern die Erforschung der Gesetzmässigkeit der Schädelform überhaupt. Diese Gesetzmässigkeit kann aber erst dann mit einiger Sicherheit erkannt werden, wenn wir alle möglichen, d. h. die verschiedensten individuellen Variationen der Schädelform ganz ausführlich und systematisch studiert haben werden. Keiner möge sich hierüber täuschen. Wir können voreilig und einseitig so viel Typen der Schädelform aufstellen, wie wir nur wollen, alles dies kann uns doch nichts nützen, bevor wir nicht genau wissen, worin sich die Gesetzmässigkeit der Schädelform — an und für sich — äussert, und dies können wir erst dann genauer erfahren, wenn wir einmal die gesetzmässigen Correlationen zwischen allen Einzelheiten der Schädelform selbst schon eruiert haben ¹⁾. Um dies aber erreichen zu können, müssen wir

¹⁾ Wenn wir aufrichtig und ehrlich unsere Meinung sagen wollen, so müssen wir erklären, dass wir von der Gesetzmässigkeit der Correlation zwischen den einzelnen anatomischen Bestandteilen der Schädelform bisher aber auch nicht das mindeste kennen. Dies ist Thatsache. Freilich konnte diese Thatsache doch nicht

wiederum vorher alle möglichen Combinationen dieser Correlationen kennen lernen, was nur durch das genaue und systematische Studium der individuellen Schädelformen möglich ist. Ist dem aber so, dann muss auch das einleuchtend sein, dass ein jedes kraniologische Problem zugleich auch ein Exempel der Wahrscheinlichkeitsrechnung bilden muss, indem wir „a priori“ nie mit absoluter Sicherheit, sondern immer nur mit einer Wahrscheinlichkeit an die endgültige Lösung der Gesetzmässigkeit der Schädelform herangehen können, welche Wahrscheinlichkeit um so grösser wird, aus je mehr Einzelfällen, d. h. aus je mehr individuellen Schädelformen wir unsere Schlüsse ziehen können. Freilich wäre es unverhältnismässig viel bequemer und leichter, anstatt sich mit derartigen langwierigen Untersuchungen der individuellen Schädelformen zu plagen, gleichwie durch Devination sofort das Gemeinschaftliche, d. h. das relativ Beständige aus den vielfachen individuellen Variationen herausfinden zu können und auf diese Weise wie „Deus ex machina“ für die gesamte Reihe der individuellen Fälle die einzelnen charakteristischen Typen ein für allemal feststellen zu können. Leider ist dies uns versagt und wir müssen die Dinge so hinnehmen, wie sie eben sind, und folglich auch unsere wissenschaftliche Arbeit danach einrichten.

Da wir in der Kraniologie immer nur mit individuellen Schädelformen zu thun haben und diese vorher ganz systematisch studiert werden müssen, bevor wir im stande sind, gewisse allgemeingültige Typen der Schädelform aufstellen zu können, so ist es einleuchtend, dass wir die Art und Weise, wie bisher die Kraniologie betrieben wurde, von nun an gänzlich vermeiden müssen. Bisher hat man sich damit begnügt, an und für sich, ohne Zusammenhang, entweder nur an lebenden Individuen oder nur an macerierten knöchernen Schädeln

verhindern, dass in der Kraniologie (in welcher bisher nicht Thatsachen, sondern persönliche Ansichten den Ausschlag gaben) einige Autoritäten von gewissen gesetzmässigen Correlationen der Schädelform so gelassen und gravitatisch sprachen, als wäre dies schon eine ausgemachte Sache, worüber auch gar kein Zweifel mehr aufkommen darf; und doch erweisen sich alle diese mit dem grössten Aufwande der persönlichen Autorität aufgestellten Speculationen als rein auf Sand gebaut, die auch nicht einmal der einfachsten Stichprobe stand halten können, wie wir dies im Verlaufe ganz überzeugend erfahren werden.

oder aber an präparierten Gehirnen die kraniologischen Studien zu machen. An eine systematische kraniologische Forschung dachte bisher kein Mensch, oder mit einer solchen Forschung hat meines Wissens bisher sich noch Niemand befasst. Nun eben hierin liegt das folgende dritte wesentliche Moment der zukünftigen kraniologischen Forschung.

Es ist von selbst einleuchtend, dass, wenn der Zweck der wissenschaftlichen Kraniologie in der Erforschung der Gesetzmässigkeit der Schädelform besteht, hierzu also — wie bereits erwähnt wurde — die Erforschung der Gesetzmässigkeit der Correlationen zwischen jedem einzelnen anatomischen Bestandteile der Schädelform unbedingt nötig ist. Und da wir die Gesetzmässigkeit der Schädelform immer nur in individuellen Fällen erforschen können, so liegt es auf der Hand, dass wir auch die Frage der Correlationen zwischen den einzelnen anatomischen Bestandteilen der Schädelform immer nur in individueller Richtung verfolgen müssen. Worin die grosse Wichtigkeit dieses Momentes der kraniologischen Forschung liegt, soll hier noch näher demonstriert werden.

Bisher hat man sich damit vollkommen begnügt, dass man irgend einen macerierten knöchernen Schädel nahm und ohne auch nur das geringste von der Physiognomie, von der Gesichtsmusculatur etc. zu wissen, mit einem Worte, ohne von den übrigen anatomischen Bestandteilen der Schädelform etwas zu wissen, hat man ganz kühn die Form des eben vorliegenden macerierten knöchernen Schädels mit der Schädelform irgend einer lebenden Person in die allernächste Correlation gebracht, und ebenso hat man „vice-versa“ aus der Schädelform einer lebenden Person ganz dreist auf die typische Form irgend eines macerierten knöchernen Schädels geschlossen. Man fragt sich: hat denn schon überhaupt jemand die äussere Schädelform irgend eines Menschen nach dessen Tode schichtenweise bis auf den knöchernen Schädel einer systematischen anatomischen Analyse unterworfen, dass er so sicher behaupten könnte, wie sich z. B. die Physiognomie zu der Gesichtsmusculatur und diese wieder zum macerierten knöchernen Schädel oder dieser letzterer zum speziellen Baue des Gehirnes verhält?

Meines Wissens hat bisher noch niemand diese Frage studiert, und doch ist es beinahe allgemeiner Usus, dass man so leichthin von

der Physiognomie einer Person auf die übrigen anatomischen Bestandteile und „vice versa“ z. B. vom knöchernen Schädel auf die Physiognomie Schlüsse zieht. Ich habe bei drei Verbrechern, deren Schädel ich nach der Hinrichtung zugeschiedt bekam, diese Frage studiert und gefunden, dass derartige Schlüsse mit vielerlei Täuschungen verbunden sein können. Ich habe die Physiognomien der lebenden Individuen mit den Gesichtszügen am Cadaver, diese wiederum mit der Gesichtsmusculatur, diese mit der Form des knöchernen Schädels, und zuletzt diesen wieder mit der speciellen Form des Gehirnes (seiner Oberfläche, Lappen, Windungen, Furchen) verglichen, wobei ich zum Resultate gelangen musste, dass eine Aehnlichkeit irgend eines Gesichtszuges im Antlitz bei mehreren lebenden Personen nicht notwendig gerade dieselbe anatomische Disposition der betreffenden Musculatur und ebenso eine Aehnlichkeit in der Musculatur wiederum nicht dieselbe anatomische Disposition am knöchernen Schädel, wie auch eine Aehnlichkeit gewisser anatomischer Einzelheiten des knöchernen Schädels nicht dieselbe anatomische Disposition am Gehirne bedingt. Aus diesen drei individuellen Fällen musste ich also zur Ueberzeugung gelangen, dass die Correlationsverhältnisse zwischen den einzelnen anatomischen Bestandteilen der Schädelform verschiedene Combinationen zeigen können, infolgedessen man aus irgend einer speciellen Aehnlichkeit bei mehreren Individuen in einer und derselben anatomischen Schichte der Schädelform zur Voraussetzung einer Aehnlichkeit auch in den übrigen anatomischen Schichten dieser Individuen ganz und gar nicht berechtigt ist. Wie die Sache noch heute steht, so kann niemand auch nur mit der geringsten Sicherheit angeben, dass wenn z. B. die Gesichtszüge bei irgend einer Person so und so beschaffen sind, auch die anatomische Disposition der Gesichtsmusculatur unbedingt auch so und so beschaffen sein muss, oder wenn z. B. von irgend einem macerierten knöchernen Schädel die Rede ist, dass man aus seiner Form bestimmt wissen könnte, wie die betreffende Person selbst ausgesehen hat ¹⁾.

¹⁾ Nicht uninteressant ist jenes Beispiel, wo man wegen der grösseren Gelehrsamkeit gewisser kraniologischer Speculationen bei der Aufstellung von sogenannten „anatomischen Rassen“ den Typus der Schädelform mit dem Haartypus in einem derartigen Zusammenhang erwähnt, als könnte man wirklich auch vom kahlen

Ich spreche von Wissen und nicht von Vermutungen, die allerdings gemacht werden können, aber auf die man sich leider nicht stützen kann. Wie gesagt, ich habe aus den ganz überraschenden Veränderungen der äusseren Schädelform nach der successiven Abtragung der Haut, der Musculatur etc. die Ueberzeugung gewonnen, dass man die auch vom praktischen Standpunkte der gerichtlichen Medicin so ausserordentlich wichtige Frage der Identität der Person lediglich nach den Merkmalen einzelner anatomischer Bestandteile der Schädelform nicht entscheiden kann. Mit einem Worte, es giebt noch niemand, der im stande wäre, beweisen zu können, dass z. B. zu irgend einem Gehirn dieser und eben kein anderer knöcherner Schädel gehörte, dass irgend ein knöcherner Schädel speciell diese und nicht eine andere anatomische Disposition der Gesichtsmusculatur besass, und dass irgend eine herauspräparierte Gesichtsmusculatur gerade mit dieser und nicht mit einer anderen Physiognomie (anatomische Disposition der Gesichtszüge) verbunden sein müsste. Und wer auch jetzt noch meint, dies wissen zu können, diese Autorität habe die Güte, sich, aber baldigst, zu melden, damit die Wissenschaft fürderhin keinen weiteren Verzug mehr erleide; denn man hat bisher nur zu oft mit grossthuender Miene solche Speculationen vorgetragen, als wäre die Frage schon längst erledigt, und demzufolge es ganz selbstverständlich sein müsste, dass man eine derartige Behauptung gar nicht weiter zu beweisen braucht.

So steht also bis jetzt die Sache in Bezug auf die Schlüsse von den sichtbaren anatomischen Bestandteilen auf die inneren (der Beobachtung entzogenen) Bestandteile der Schädelform; und doch muss ein jeder gestehen, dass diese Frage viel einfacher ist und folglich

knöchernen Schädel schon herablesen, welche Haare dieser Schädel einst besass. Freilich wird auch hier „ad analogiam“ der physicalischen Spiegelfechterei irgend ein Moment der Darstellung der Aufmerksamkeit entzogen. Man spricht hier nämlich zuvor von den territorialen Localitäten der einzelnen Schädeltypen, von welchen Localitäten die Kenntnis des Haartypus „subintelligitur“. Weiterhin wird nun bei der speculativen Aufstellung der Schädeltypen — über das Moment der territorialen Frage einfach hinweggleitend — z. B. der eine Schädeltypus mit diesem Haartypus und der andere Schädeltypus mit jenem Haartypus erwähnt, als wäre die Correlationsfrage zwischen dem Schädel- und dem Haartypus bereits schon gelöst. Die Spiegelfechterei bei diesen gelehrten Speculationen ist doch evident.

auch viel leichter zu lösen sein wird, als die Frage der Schlussziehungen von der äusseren Schädelform auf das innere Wesen einer Person selbst. Ebenso muss es einem jeden einleuchtend sein, dass, bevor die Frage einer gesetzmässigen Correlation zwischen der Form und dem inneren Wesen systematisch in Angriff genommen werden kann, vorher die Gesetzmässigkeit der Schädelform selbst bis in die letzten Einzelheiten genau erforscht sein muss. Nun wird sich aber ein jeder einen klaren Begriff von dem machen können, wie unendlich weit die Wissenschaft von dem schon seit uralten Zeiten angestrebten idealen Ziele noch entfernt ist und wie vielerlei andere Fragen die Wissenschaft noch zu lösen hat, bevor sie überhaupt diese Frage mit einiger Sicherheit (grösseren Wahrscheinlichkeit) wird in Angriff nehmen können.

Nachdem wir mit den wesentlichen Momenten der zukünftigen kraniologischen Forschung vertraut geworden sind, wollen wir nun die wichtigeren Aufgaben der systematischen Kraniologie hier übersichtlich zusammenstellen.

Die systematische Kraniologie muss sich zunächst mit der Entwicklung der Schädelform befassen, und zwar, da wir es in der Anthropologie überhaupt mit lauter individuellen Fällen zu thun haben, muss auch die Entwicklungsgeschichte des Schädels möglichst streng nach dieser Richtung hin verfolgt werden. Es ist nicht genug, zu wissen, dass die Schädelform sich im allgemeinen so und so entwickelt; man muss darauf dringen, die Entwicklungsgeschichte der einzelnen individuellen Schädelformen selbst erforschen zu können. Wie dies erreicht werden kann, will ich hier kurz erwähnen: Hat man die Gelegenheit, menschliche Fötus zu bekommen, so wird es fürderhin nötig sein, die Eltern (im strengsten Falle die Mutter) und wenn möglich auch die übrigen Familienglieder (die etwaigen Kinder dieser Eltern) anthropologisch (folglich auch kraniologisch) einer systematischen Untersuchung zu unterziehen. Man wird die Schädelformen der Eltern, der Kinder oder auch der Verwandten ganz systematisch zu studieren haben, um eventuell gewisse Anknüpfungspunkte gewinnen zu können, die man beim Studium der Entwicklungsgeschichte der betreffenden

Fötusschädel verwerten kann. Wer schon Gelegenheit gehabt hat, in solchen seltenen, für die Wissenschaft höchst wertvollen Fällen kraniologische Studien zu machen, der konnte die Beobachtung machen, dass bei reiferen Fötus die Schädelform gewisse Eigentümlichkeiten aufweist, wodurch die von verschiedenen Eltern herrührenden Fötus einerseits sich von einander unterscheiden und wodurch dieselben andererseits sich mehr weniger dem (eventuell entschiedener ausgeprägten) Familientypus nähern. Sehr wichtig sind solche Fälle, wo man mehrere von denselben Eltern herstammende fötale Schädelformen und ausserdem noch kindliche Schädelformen verschiedenen Alters kraniologisch untersuchen kann.

Mit einem Worte, es muss schon bei der entwicklungsgeschichtlichen Frage das Hauptgewicht möglichst auf die Erforschung der individuellen Correlationen der Schädelform gelegt werden. Es ist ja offenbar, dass, da die stufenweise Entwicklungsgeschichte der fötalen Schädelform immer nur von verschiedenen individuellen Fällen untersucht werden kann, somit eine stufenweise Untersuchung der Entwicklungsgeschichte eines und desselben individuellen Fötusschädels einfach eine Unmöglichkeit ist und demzufolge auch für die Forschung immer eine unüberbrückbare Lücke zurückbleibt. Aber eben deshalb müssen wir diesem Umstande immer Rechnung tragend, den Hiatus wenigstens dadurch zu vermindern trachten, dass wir die stufenweise Entwicklungsgeschichte des Schädels wenigstens von verwandteren Formen herleiten. Es wird also fürderhin das grösste Gewicht darauf gelegt werden müssen, das sogenannte Nationale der betreffenden Fötus zu eruieren, wenn möglich auch die Eltern und überhaupt die Familienangehörigen behufs des Vergleiches anthropologisch und speciell kraniologisch zu untersuchen.

Was die Erforschung der Entwicklung der Schädelform an und für sich anbelangt, so muss schon hier die bereits oben erwähnte systematische, d. h. eine ausführliche und den einzelnen Bestandteilen des Schädels entsprechende, schichtenweise anatomische Analyse vorgenommen werden, damit wir eine Einsicht in die Correlationsverhältnisse zwischen den einzelnen Schichten (Integument, Musculatur, häutige, knorpelige, knöcherne Schädelkapsel, Sinnesorgane, Gehirn) schon in

möglichst frühen Stadien der Schädelentwicklung erlangen können. Eben deshalb, weil die Erforschung der Correlationsverhältnisse zwischen den einzelnen Bestandteilen des Schädels in der Kraniologie die grösste Rolle spielt, so müssen diese Verhältnisse schon hier studiert werden, damit wir überhaupt mit allen Momenten bekannt werden können, welche auf die Ausbildung der definitiven Schädelform von Einfluss sind.

Dass endlich die entwicklungsgeschichtliche Kraniologie mit der Ontogenie sich allein nicht begnügen darf und sich auch um die Phylogenie bekümmern muss, wurde bereits hervorgehoben. Das Problem der embryologischen Kraniologie ist selbstverständlich seinem Wesen nach rein anatomisch (morphologisch). In der postfötalem Lebensperiode, d. h. nach der Geburt des Kindes muss das Problem der Ausbildung der Schädelform im strengen Anschlusse an die bereits in Angriff genommenen Fragen weiter fortgesetzt werden und zwar muss die Untersuchung sowohl bei lebenden Kindern wie auch an Cadavern unternommen werden. Die im vorigen Abschnitt hervorgehobenen Gesichtspunkte müssen auch hier in Betracht gezogen werden. Wo möglich, sollen also auch die Eltern, die etwaigen Geschwister und ebenso die übrigen Familienglieder einer anthropologischen Studie unterzogen werden und zwar noch aus folgenden speciellen Gründen. Mit der Geburt des Kindes beginnt sein geistiges Leben, dessen Entwicklungsgeschichte mit zu den Problemen der systematischen Kraniologie gehört. Wir werden also speciell unser Augenmerk darauf richten müssen, wie sich die Gesichtszüge des Kindes überhaupt entwickeln, wie die verschiedenen inneren Zustände des kindlichen Wesens successive am Gesichte zum Ausdrucke gelangen und werden hierbei auf alle Momente bedacht sein müssen, die hierauf Einfluss haben. Wir werden vergleichende Studien machen, wie die Gesichtszüge bei den Eltern, bei den etwaigen Geschwistern und anderen Verwandten ausgeprägt sind; welche gemeinschaftliche, d. h. Familienzüge und welche specielle, d. h. individuelle Züge ihre Physiognomieen aufweisen, wir werden uns genaue Notizen machen, wie die verschiedenen inneren Zustände (Gemütsbewegungen) bei ihnen am Gesichte sich abspiegeln. Wir werden mit einem Worte die Eltern und die übrigen Familienglieder einer completen anthropologischen Studie (d. h. in physischer und psychischer

Richtung) unterziehen müssen, um dann auch beim Kinde die postfötale Metamorphose der äusseren Schädelform, sowie die Beziehungen derselben zum inneren Wesen nacheinander in den einzelnen Phasen der Entwicklung systematisch beobachten und untersuchen zu können.

Mit der Geburt des Kindes treten also beiderlei (anatomische und physiologische) Aufgaben der Kraniologie gleichmässig in den Vordergrund der Forschung, die von diesem Zeitpunkte an bis zum Ende des Lebens ganz systematisch erforscht werden müssen. Wir müssen also von diesem Zeitpunkte an zweierlei, nämlich anatomische und physiologische (psycho-physische) Untersuchungen unternehmen, und zwar die ersteren sowohl bei der lebenden Person wie auch am Cadaver, die letzteren selbstverständlich nur beim lebenden Menschen. Was nun die wichtigeren Einzelfragen dieses Problems anbelangt, so will ich hier folgende Momente kurz anführen.

Es müssen genau alle jene anatomischen Momente erforscht werden, welche unmittelbar vor und nach der Geburt auf die Schädelform des Kindes Einfluss haben, und dieselben müssen mit jenen der Fötalperiode in Betracht gezogen und verglichen werden. Unter anderem ist zu erforschen, was für einen Einfluss einerseits der anatomische Bau des Beckens der Mutter und andererseits die specielle Lage des Fötus während der Geburt auf dessen Schädelform ausübt, infolgedessen vorher immer genaue Beckenmessungen und Geburtslagebestimmungen gemacht werden müssen. Es müssen nach der Geburt alle jene Momente in Betracht gezogen werden, die auf die Schädelform einwirken, wie z. B. die von der Respiration abhängigen Druckschwankungen innerhalb der Schädelhöhle, die Saugbewegungen, die Körperbewegungen, das Liegen (Kopfbinden), Tragen, Stehen, Gehen, Laufen, die Zähne-Entwicklung, die Kaubewegungen und die Entwicklung der Kaumuskeln, das allgemeine Wachstum und die allgemeine Ernährung des Körpers, Gesundheitszustand (verschiedene Krankheiten). In späteren Jahren: die geistige Entwicklung, die Erziehung, der Unterricht, Handwerk, Lebenslauf, individuelle Lebensweise, sociale Gebräuche, Nahrung, Aufenthalt, Klima etc., mit einem Worte, die anatomische Forschung muss hier auf alle Momente Rücksicht nehmen, welche auf die Entwicklung des Körperbaues eine

nachweisbare Rückwirkung ausüben, wie andererseits in vorgeschrittenem Alter z. B. das Ausfallen der Zähne, die Abnahme der Körper- und Geisteskraft, die senile Atrophie der Muskeln und Knochen des Schädels etc. in Betracht gezogen werden müssen.

Ebenso systematisch muss auch die physiologische Frage studiert werden. Es müssen alle Momente in Betracht gezogen werden, die auf die Physiognomie, auf das Mienenspiel von Einfluss sind. Es muss gewissermaassen eine Entwicklungsgeschichte des Geistes- und Gemütslebens systematisiert werden, und auch diese sowohl in ontogenetischer wie auch in phylogenetischer Richtung kultiviert werden. So müssen z. B. die Eltern und die etwaigen übrigen Familienglieder in Bezug auf ihre Physiognomien (Mienenspiel während der verschiedenen inneren Zustände, Affecte) systematisch studiert werden, um gewisse Anhaltspunkte gewinnen zu können, welche man bei der successiven Entwicklung der kindlichen Physiognomie (Mienenspiel, in Bezug auf die Frage der Vererbung, Nachahmung oder Anpassung) benutzen kann. Es müssen hierbei alle der Beobachtung zugänglichen psychischen Anlagen des Kindes in entwicklungsgeschichtlicher Richtung studiert und hierbei allerlei Momente in Betracht gezogen werden, die auf das Gemüts- und Geistesleben des Menschen während der Kindheit und in späteren Zeiten des Lebens (elterliche Pflege, Erziehung, Unterricht, Lebensberuf, sociale Verhältnisse etc.) von Einfluss sind.

Selbstverständlich müssen die an lebenden Personen in Angriff genommenen kraniologischen Untersuchungen eventuell am Cadaver systematisch fortgesetzt werden. Es müssen die durch den Tod veränderten Gesichtszüge mit den schon früher beobachteten (gezeichneten, photographierten) Gesichtszügen der lebenden Person verglichen werden, es müssen die einzelnen anatomischen Bestandteile des Schädels schichtenweise studiert und miteinander ganz systematisch verglichen werden, so z. B. die anatomische Disposition der Gesichtsmuskeln, der Nerven-, Gefässverteilung, der Muskelansätze, der Sinnesorgane, der Augen-, Nasen- und Mundhöhle, die speciellen morphologischen Einheiten des Gehirnes — und wie ich in Bezug auf das Gehirn schon jetzt betonen muss, kann die Wissenschaft sich mit einer, wenn auch noch so ausführlichen makroskopischen Analyse des Gehirnes nicht

begnügen, denn es ist unbedingt nötig, dass diese noch durch eine nicht minder ausführliche mikroskopische Analyse des individuellen Hirnbaues ergänzt werde ¹⁾.

Wie wir nun sehen, umfasst die wissenschaftliche Kraniologie ein so enorm weites Gebiet der Forschung, dass wir, die bisher gewohnt waren, die Kraniologie immer nur von einem höchst einseitigen Standpunkte aus aufzufassen, für den ersten Augenblick ganz bestürzt sein müssen ob der riesigen Arbeit, die der wissenschaftlichen Forschung harret. Gewiss, so mancher, der die Aufzählung der wichtigeren Einzelprobleme der wissenschaftlichen Kraniologie hier gelesen hat, wird im ersten Augenblick im Zweifel sein, ob denn wirklich dies alles für die Kraniologie auch unumgänglich nötig sei. Wenn wir aber den Zweck der systematischen, wissenschaftlichen Kraniologie scharf ins Auge fassen, wenn wir einerseits einsehen, wie die hier erwähnten Fragen in einander greifen und andererseits, wenn wir uns einmal von der bisherigen Einseitigkeit und Oberflächlichkeit vollkommen überzeugt haben, dann werden wir unbedingt auch das einsehen müssen, dass der wissenschaftliche Zweck der Kraniologie auf keinem kürzeren Wege zu erreichen möglich ist. Denn das muss ja doch einem jeden klar geworden sein, dass das bisherige Verfahren in der Kraniologie nichts anderes war, als ein Herumtappen im Blindekuhspiele.

Wenn wir aber von der Notwendigkeit einer systematischen Forschung aller dieser erwähnten Einzelprobleme der wissenschaftlichen Kraniologie auch noch so überzeugt sind, so werden wir nicht leugnen können, mit wie unendlich vielen und grossen Schwierigkeiten die Durchführung der systematischen kraniologischen Forschungen ver-

¹⁾ Ich kenne kein Organ im menschlichen Körper, welches so zahlreich und so auffallend die individuellen Eigentümlichkeiten aufweist, als das Gehirn schon in seiner makroskopischen äusseren Form. Gewiss werden nebst den schon makroskopisch erkennbaren individuellen Eigentümlichkeiten auch entsprechende mikroskopische Eigentümlichkeiten nachzuweisen sein. Dass übrigens nicht nur das Gehirn, sondern auch alle anderen Bestandteile des Schädels ihre individuellen Eigentümlichkeiten nicht nur im makroskopischen, sondern auch im mikroskopischen Baue aufweisen müssen, wer könnte dies leugnen? Ist dem aber so, dann wird es nur eine Frage der Zeit sein können, um das Problem der individuellen Correlationsverhältnisse zwischen den einzelnen anatomischen Bestandteilen des Schädels auch mikroskopisch in Angriff zu nehmen.

bunden ist. Wenn wir hier die Bilanz des „Soll“ und „Haben“ ziehen, so müssen wir gestehen, dass so, wie die verschiedenen Verhältnisse noch jetzt sind, die erforderliche Cultivierung der systematischen Kraniologie heutzutage so zu sagen noch eine Unmöglichkeit ist. Es liegt ja doch auf der Hand, dass die systematische Kraniologie ihrer riesigen Aufgabe entsprechend auch in einem riesenhaften Maasstabe ausgeführt werden muss; um dies aber zu ermöglichen, sind einerseits im Vergleiche zu den bisherigen kleinlichen Versuchen wahrhaft riesig angelegte und ganz systematisch organisierte Sammlungen und andererseits ein ganzes Heer von Fachgelehrten, sowie von verschiedenen Mithelfern nötig. Beiderlei Notwendigkeiten müssen aber erst noch herbeigeschafft werden. Es müssen anthropologische Museen errichtet werden, in welchen viele — aber viele! tausende anthropologischer Specimina ganz systematisch gesammelt und methodisch aufgestellt sind (z. B. viele tausend Schädel, sowie mehrere tausend Skelette mit den zusammengehörigen anatomischen Präparaten und deren Nachbildungen in Gips oder in Zeichnungen [vom Gehirn, von den Sinnesorganen, von den Eingeweiden, vom Muskel-, Gefäss- und Nervensystem]), und zwar möglichst von Personen, die schon während ihres Lebens anthropologisch (kraniologisch) untersucht wurden. Der bisherige Usus in den sogenannten anthropologischen Museen, wo man das Hauptgewicht auf vielerlei (möglichst verschiedene, aber der individuellen Zahl nach wenige) „Rassenschädel“ legt, muss fürderhin geradezu als eine Spielerei vermieden werden. Weil man zwar sehr viele — aber nie genügend viele — Schädel sammeln muss, so ist es selbstverständlich, dass auch jeder einzelne Schädel im anthropologischen Museum willkommen ist, und es kann auch ein „Vielerlei der Rassenschädel“ nicht schaden und dürfen demzufolge auch derartige Sammlungsobjecte nicht verschmäht werden; aber das eigentliche Wesen eines jeden einzelnen anthropologischen Museum muss darin gesucht werden, dass in demselben wenigstens von einer „Rasse“ oder von der Menschengruppe irgend eines Landes, Provinz, Gegend etc. möglichst viele tausend individueller Specimina (Embryonen und die Cadaver oder Skelette, Schädel, Gehirne, anatomische Präparate von Neugeborenen, von Menschen beiderlei Geschlechtes und zwar von den

einzelnen Lebensjahren angefangen bis zu der äussersten Lebensgrenze) ganz systematisch aufgestellt seien; namentlich aber müssen die von den einzelnen Familien gesammelten Specimina als höchst wichtig betrachtet werden. Wenn man nun bedenkt, wie viele Zeit schon die anatomische Analyse und die nachherige Auspräparierung eines einzigen Cadavers in Anspruch nimmt, bis man einen solchen Fall für die Anthropologie (so z. B. die Anfertigung von Zeichnungen, Photographieen, Gipsabgüssen von verschiedenen Präparaten, Gehirn, Skelett etc.) als gänzlich ausgenutzt betrachten kann, so wird man sich lebhaft vorstellen können, was für eine grosse und nur von vielen Mithelfern durchführbare Arbeit unbedingt nötig ist, um ein solches, allen Anforderungen der wissenschaftlichen Anthropologie entsprechendes Museum selbst zu stande zu bringen.

Wie die Sache also heute noch steht, muss behufs einer zweckdienlichen Inangriffnahme der systematischen Kranilogie wie überhaupt der gesamten Anthropologie zuvörderst eine medizinische Generation erst herangebildet werden. Es müssen anthropologische Lehrkanzeln an allen Universitäten und zwar innerhalb der medizinischen Fakultät errichtet werden¹⁾, es müssen mit allen nötigen wissenschaftlichen Hilfsmitteln versehene anthropologische Laboratorien errichtet werden, wo die Mediziner Gelegenheit haben, sich mit allen Manipulationen der verschiedenen Untersuchungen vertraut zu machen, damit sie dereinst als Fachgelehrte, Kliniker, Spezialisten, Gerichtsärzte, Vereinsärzte,

¹⁾ Die Errichtung der anthropologischen Lehrkanzeln innerhalb der philosophischen Facultäten (wie diese zu meinem grössten Leidwesen auch in Budapest geschehen ist) muss als vollkommen verfehlt bezeichnet werden. Denn abgesehen davon, dass schon das Forschungsobject selbst (nämlich der menschliche Körper im lebenden und toten Zustande) auf die Notwendigkeit der Errichtung der anthropologischen Lehrkanzel innerhalb der medizinischen Fakultät hinweist, muss es doch einem jeden einleuchtend sein, dass die wissenschaftliche Vertretung der Anthropologie an der Universität und folglich auch ein nutzbringendes Besuchen der anthropologischen Vorträge von seiten der Zuhörer unbedingt eine systematische medizinische Vorbildung erheischt. Die anthropologische Lehrkanzel innerhalb der philosophischen Fakultät kann im allgemeinen nur Dilettanten erziehen. Wegen Verbreitung des Dilettantismus aber darf gewiss keine Lehrkanzel an der Universität errichtet werden. Welches Unheil der Dilettantismus schon bisher in der Anthropologie, in der Wissenschaft des „*πρῶτον σεαυτόν*“ gestiftet hat, braucht nicht weiter erörtert zu werden. Also kein Dilettantismus mehr in der Anthropologie, „non bis in idem“!

Privatärzte, Militärärzte, Gefängnisärzte etc. sowohl in amtlicher Zeit wie in ihren Mussestunden speciell der Wissenschaft und im allgemeinen der Aufklärung der Menschheit höchst wichtige Dienste leisten können. Es muss die Anthropologie fürderhin in der medizinischen Welt ganz systematisch cultiviert werden, denn ohne medizinische Vorbildung ist die Lösung des „*γρῶθι σεαυτόν*“ überhaupt nicht möglich und eben die Anthropologie ist jene Disciplin, die das philosophische Element in den medizinischen Fächern repräsentiert und durch sie wird dereinst der classische Spruch von Hippokrates „*Ἦτηρὸς φιλόσοφος ἰσοθέος*“ auch allgemeiner verwirklicht werden können!

Referate

von

W. Krause.

A. Böhm und A. Oppel, *Taschenbuch der mikroskopischen Technik*.
1890. 8. München. Oldenbourg. 155 S.

Die Verfasser, Assistenten an der anatomischen Anstalt in München haben eine sehr brauchbare Zusammenstellung der üblichen histologischen Methoden und ihrer Handhabung geliefert, welche nicht nur für Universitätsinstitute sondern auch jedem Mediciner, der selbst ein Mikroskop besitzt, nützlich werden kann. Hervorzuheben ist das Eingehen in die Details, auf das Vermeiden von Fehlerquellen — als Beispiel sei angeführt, dass die Schnittstrecker für entbehrlich erklärt werden, indem man mit der freien Hand einen Pinsel führt — die Vorschrift für die Composition der Chrom-Essig-Osmiumsäure aus den im Laboratorium stets vorrätigen Lösungen, endlich das sorgfältige Register. Vermisst hat Ref. die durchbohrten Objectträger (diese Monatsschrift. 1884. Bd. I. S. 353).

Brass, A., *Tafeln zur Entwicklungsgeschichte und topographischen Anatomie des Menschen*. Ein Supplement zu dem vom Verfasser neu herausgegebenen anatomischen Atlas weil. C. E. Bock's und zu den sonst gebräuchlichen Lehrbüchern und Tafelwerken der descriptiven Anatomie. Gr. 8°. Leipzig, 1890. Renger'sche Buchhandlung. Erstes Heft. S. 1—16. Mit 4 Taf. — Zweites Heft. S. 17—32. Mit 4 Taf. — Drittes Heft. S. 33—40. Mit 2 Taf. — Viertes und fünftes Heft. S. 41—68 und I—IV. Mit 8 Taf. — Jedes Heft 2 Mk.

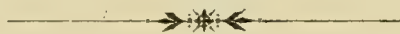
Ein nützliches und dankenswertes Supplement zu dem früher besprochenen Werke (diese Monatsschrift. 1888. Bd. V. H. 4. S. 163—164. — 1890. Bd. VII. H. 12. S. 518—519) hat Brass in einem Atlas der Entwicklungsgeschichte und topographischen Anatomie geliefert, der mit fünf Heften vollendet worden ist. Die erste Tafel giebt schematische Darstellungen der Dotterfurchung bis zur ersten Anlage des Embryo. Die zweite Tafel stellt junge menschliche Embryonen von

14 Tagen bis 5 Wochen dar, nach Thompson, His, Köl liker, Coste u. s. w. Die dritte Tafel zeigt Durchschnitte fötaler Schädel, die vierte von fötalen Gelenken des Kopfes, Rumpfes und der oberen Extremität.

Im zweiten Heft findet man auf der fünften und sechsten Tafel die fötalen Gelenke der unteren Extremität und die allgemeine Anatomie des Muskelsystems veranschaulicht. Die siebente Tafel zeigt die topographische Anordnung der Skelettknochen und die Eingeweide in Umrissfiguren eingetragen; eine Ansicht von vorn, die andere von der Seite her. Die achte Tafel bringt ein Schema der Gehirnentwicklung, sowie ein anderes über die Entwicklung von Drüsen.

Die Tafeln IX—XII enthalten histologische Darstellungen der Respirations-, Verdauungs-, Harn- und Geschlechtsorgane, ferner Abbildungen der Leber, des Pankreas, der Entwicklung des Darmtractus und des Geschlechtsapparates. Das Schlussheft bringt eine kurze Uebersicht (S. 46—68) der Geschichte der Anatomie von den ältesten bis auf die neuesten Zeiten; es wird vielleicht Manchem unbekannt sein, dass das *Torcular Herophili* nach anatomischen Untersuchungen schon ca. 300 v. Chr. von Herophilus beschrieben wurde.

Die chromolithographische Ausführung in drei oder vier Farben sieht gefällig aus und das kleine Werk liefert, wie es der Verf. beabsichtigte, ein sicherlich brauchbares Supplement zu den gebräuchlichen Hand- oder Lehrbüchern.



Nouvelles universitaires.*)

Dr. G. Baur (New Haven Conn.) habilitierte sich als Docent für vergleichende Osteologie u. s. w. an der Clark University in Worcester Mass. U. S. America.

*) Nous prions instamment nos rédacteurs et abonnés de vouloir bien nous transmettre le plus promptement possible toutes les nouvelles qui intéressent l'enseignement de l'Anatomie et de la Physiologie dans les facultés et universités de leur pays. Le „Journal international mensuel“ les fera connaître dans le plus bref délai.



(From Dr. Formad's Laboratory.)

Some studies upon the Chinese brain,

by

J. Leffingwell Hatch B. Sc. M. D.

Lecturer on Bacteriology and Assistant Demonstrator of Morbid Anatomy and Pathological Histology
in the University of Pennsylvania. Assistant pathologist to the Philadelphia hospital.

(With pl. VIII.)

Through the courtesy of Dr. Formad, I had the privilege of making a post-mortem last March on the body of Sing Lee. He was a laundryman, but nothing as to his personal history could be learned, except that he used opium freely.

He was a well nourished Mongolian, 5 feet 6 inches in height, weighed about 170 lbs, and 35 years of age. The body was well formed and nicely proportioned, although there was a slight tendency towards obesity.

He had the characteristic yellow complexion, high cheek bones, and obliquely set eyes. A *queue* of some length adorned his head in addition to an insula of short stiff black hair. This insula had an area of a circle four inches and a half in diameter. There were no marks of violence upon the body, nor was anything observed to lead to a suspicion of foul play.

On opening the thoracic cavity, the lungs were found perfectly free, and there was no effusion in the pleural cavities. The parenchyma of the lungs was perfectly crepitant throughout, and they offered nothing of pathological interest.

The pericardium contained about two ounces of fluid. — The heart was large and turgid, having probably stopped in diastole. On in-

cising it, both sides were found to contain clots, organized or chicken-fat clots, and black or currant jelly clots.

All the valves were competent. and there was no organic disease of any kind.

The omentum was rich in fat and the intestines were greatly distended with flatus.

The liver was enlarged and fatty, and on section showed the characteristic nutmeg appearance.

The kidneys were normal in size, they were slightly pigbacked and cyanotic. The capsule stripped easily, and the cortex and pyramids appeared in good condition.

The stomach was empty, save for a few small masses of rice. Its mucous surface was greatly thickened and of a dark red color, evidently a chronic gastritis due to alcoholism.

The other organs were all normal. There was no intussusception, no volvulus, no hernia.

One peculiarity noticed was the vermiform appendix, which was extremely long, some four or five inches and infundibular in shape. This is constant in the Chinese, I am told, and since it occurs in the Negro it would be a factor pointing to a lower phylum in the scheme of evolution.

On cutting through the scalp it was found to be extremely thick and fatty. In the occipital region it measured fully three quarters of an inch. The skull was quite also thick, and of a form which anthropologists denominate brachy-cephalic.

This brings us to the study of the brain which is really the subject of this paper.

Our knowledge of the Chinese brain dates back to June 21st. 1886, when Dr. Chas. K. Mills before the American Neurological Society, described a brain which he and Dr. A. J. Parker had studied together, the latter having previously exhibited it before the Philadelphia Neurological Society¹). He was followed by Dr. Moritz Benedikt, who described three Chinese brains in the *Medicinische Jahrb.* for January 1887.

¹) The brain was furnished them by Dr. Formad.

After a lapse of over two years Dr. F. X. Dercum published a full description of two Chinese brains, in the „Journal of Nervous and Mental Diseases“ for July 1889 ¹⁾.

This makes six brains, then, that have been described up to the present time.

Many of the peculiarities found in these brains I have been able to verify in my study upon this brain, but the probability that they are constant can only be established after sufficient data has been collected from which to deduct racial characteristics that shall be unvarying.

I shall describe the contour and topography of this brain and then compare it with those previously mentioned.

In conformity with the shape of the skull the brain was shorter through its longitudinal axis, and longer through its vertical axis, than is usual in Caucasian types, thus giving it a rotund appearance.

There was marked eversion of the orbital and basi-temporal surfaces, a point that has been noted in all the brains examined.

The brain unfortunately was not weighed, but it was of goodly size, a little more bulky than Dr. Dercum's brain No. I, with which I compared it.

The frontal lobes presented a complex sinuosity of convolutions and multiple fissuration, causing the so called „vegetative repetition“ of Parker.

The parietal and occipital lobes were distinctly separate, and a „*pli de passage superior interne*“ was patent on both sides. These last named conditions are common among the anthropoid apes, the „*pli de passage*“ being constant save in *Hylobates* and *Ateles*, according to Dercum, but has never been found in the human brain, save in those of idiots.

Dr. Dercum found this condition in four brains out of seventy-five that he examined from the Institution for Feeble Minded Children at Elwyn, Pa.; and in the case of the brain of an idiot of eleven months,

¹⁾ His cases being also furnished him through the courtesy of Dr. Formad.

described by Dr. Giovanni Mingazzini, among other peculiarities these conditions also pertained.

On examining the fissuration of the brain under consideration, I find the following conditions:

Right hemisphere. Outer surface. — The Sylvian fissure measures 7,5 cm. in length, the anterior branch which is normal in direction is 2,5 cm. long, and it does not extend into the precentral as in brain No. I described by Dercum. The terminal bifurcations are longer than usual, the vertical one extending along the margin of the ascending parietal convolution for nearly one-third of its length. The general direction of this fissure is from before backwards and from below upwards at an angle of about 45°. It is average in direction.

The fissure of Rolando is 8 cm. in length following the deflections. It pursues the usual direction, but is exceedingly tortuous, even more so than those of the other described brains. It extends clear over the margin on to the median aspect of the right hemisphere, and below a very small isthmus separates it from the Sylvian fissure. In the idiots brain described by Mingazzini the fissure of Rolando is confluent with the Sylvian fissure.

The operculum is average in size completely covering the insula. The angle of this sulcus with the great longitudinal fissure is approximately 60°.

The precentral fissure is comparatively of a uniform upward direction, following closely the course of the fissure of Rolando, although not quite so tortuous. In the lower third of its course there are two short rami given off at right angles. These branches the upper 1,5 cm., the lower 2 cm. in length, are 1,25 cm. apart at their origin and 0,5 cm. at their termination; they extend backwards and downwards into the ascending frontal convolution forming a small rhomboidal lobe. The upper extremity of the fissure abuts upon the margin; just before reaching this point, however, it gives off a branch into the substance of the ascending frontal convolution, and one directly opposite into the superior frontal convolution, the peculiar arrangement of fissuration being what Wilder terms zygal. (H = h shaped).

The first frontal fissure is very tortuous and deep, it also is

confluent with the superior precentral. The second frontal fissure is also winding in its course giving off many ramifications, which cause the peculiar multiplicity of small irregular lobes in the anterior frontal convolutions. This fissure is confluent with the precentral. There is no medifrontal fissure present as was the case in brain No. 1 described by Dercum.

The post central fissure is angular rather than tortuous, it is 7 cm. long, and quite deep. This fissure is confluent with the intra parietal fissure, and it also gives off short angular arms which extend into the substance of the ascending parietal convolution. It follows the same direction as that of the fissure of Rolando, commencing at a point just above the horizontal and back of the terminal vertical arms of the fissure of Sylvius, and extends within 0,5 cm. of the margin of the great longitudinal fissure.

The intra parietal fissure is exceedingly long 12 cm. extending from the knee of the ascending parietal convolution across the post central fissure and continuing a tortuous course backwards, upwards, and finally downwards along the occipital lobes and ends in the inferior occipital convolution. There is no transverse occipital sulcus, the latter fourth of this fissure supplanting it.

The first speno-temporal, 8,5 cm. in length, begins at a point in the temporo-sphenoidal region just below the origin of the horizontal limb of the fissure of Sylvius. It is quite regular, and extends in an average direction from before backwards, giving off very few lateral branches. One, however, is worthy of special notice, it commences at a point two thirds of the way back and passes upwards into the parietal lobes just back of the termination of the horizontal limb of the fissure of Sylvius. It terminates in a well marked fissure of Wernicke.

The second speno-temporal and the two horizontal occipital fissures are quite regular and normal as to size and direction.

The whole external configuration is markedly *sui generis*, especially are the frontal convolutions very tortuous and small.

The mesial surface is also quite complex in the arrangement of its sulci and gyri.

The calloso-marginal fissure is abnormal as to extent, commencing in the gyrus fornicatus at a point above the genu of the corpus callosum, it proceeds in the usual curved direction forming a „Hogarthian line of beauty“, and terminates on the lateral surface in a prolongation of 1,5 cm. The entire length of this sulcus is 10,5 cm.

The parieto-occipital is slightly curved, average in direction, and just before terminating on the lateral surface becomes bifid. It does not enter the hippocampal fissure at its other extremity, as in some of the other brains, where the gyrus fornicatus is entirely submerged, but ends below this point having been joined by the calcarine. The lobulus quadratus is normal as to size and shape, being cut up with deep sulci, which on confluence form an **H**-shaped indenture.

The calcarine fissure is normal in size and direction bifurcating at its extremity. It is confluent with the parieto-occipital. The cuneus is peculiarly divided by a vertical fissure that extends over unto the lateral surface for a distance of 2 cm., terminating within the superior occipital convolution. This division of the cuneus makes it **U**-shaped rather than wedge shaped. This extra lobulation which extends up over the margin and unto the lateral surface is what Gratiolet calls the „pli de passage“.

The lobulus lingualis is abnormally segmented by well marked and good sized sulci.

The collateral fissure 7 cm. in length is normal in position and extent. The lobulus fusiformis is divided by numerous secondary fissures which are confluent.

The hippocampal sulcus as well as the fissure of the corpus callosum are normal in direction and extent. The dentate and uncinate gyri present nothing out of the *norm*.

The orbital surface presents a well marked and deep fissure for the olfactory lobe. In place of the triradiate fissure there is an **H**-shaped one, a peculiarity that has been noticed in other brains of a low type.

Left Hemisphere. Outer surface. — The Sylvian fissure is longer than that of the opposite side, being 8 cm. in length, a feature noted

by Dercum in one of his brains. The anterior branch is 2,5 cm. long and regular in direction. Where the fissure terminates there is an attempt at bifurcation, one small branch, however, is but superficial having scarcely an appreciable depth. There is quite a good sized branch given off in the first part of the latter third of its course, which extends upwards into the ascending parietal convolution for a distance of 2 cm. It ends by bifurcating at right angles to its axis, thus forming a T-shaped fissure. The general direction is as in the right hemisphere.

The fissure of Rolando, 8 cm. long, is not as tortuous as its fellow of the opposite side in the upper part of its course, but the lower part is winding in direction and gives off numerous short transverse branches. Its direction is as that in the right hemisphere, and it extends over the margin of the great longitudinal fissure where it ends. It is not confluent below with the Sylvian fissure as was the case in one of the brains described by Dr. Dercum, but is separated from it by a very narrow strip of convolution.

The operculum on this side is about as large as that of the other side, and the angle of this fissure with the great longitudinal is also about 60°.

The precentral fissure, 6 cm. in length following its turns, is not as intricate as its fellow of the opposite side, and does not give off as many short branches, although there are two or three well marked and deep but short ones. The peculiar lobe observed on the other side is here wanting. The general course of this fissure is parallel with that of the fissure of Rolando, but just below the margin of the great mesial fissure it turns forward at right angles to itself for a distance of 2 cm., where it ends in two very short bifurcations.

The first frontal fissure, 8 cm. long, is quite regular save in the anterior part of its course where it becomes exceedingly tortuous and gives off innumerable little sulci which ramify in every direction. It is not confluent with the precentral.

The second frontal fissure, 9 cm. long, is extremely tortuous, and is confluent with the fissure of Sylvius, extending from that point in a horse-shoe direction upwards, forwards, and then downwards, ending

in branches which divide dichotomously. Along its entire length it gives off many small and irregular, but deep and well marked branches.

The retro-central sulcus is divided by a slight bridge of convolution. Above this yoke it is continued for about 2 cm., it then turns at right angles on itself and extends backwards and becomes confluent with the intra-parietal. It is sinous throughout its entire course, and gives off many short and irregular transverse branches.

The intra-parietal fissure is not so long as that of the other hemisphere, being but 10 cm. It starts in the genu of the ascending parietal convolution, and following a more or less irregular course backwards it crosses the post central, and terminates in a well marked transverse occipital 3,5 cm. in length.

The first speno-temporal fissure, 10 cm. in length, is quite regular in direction and extends back as far as the second occipital convolution, where it is confluent with the *sulcus occipitalis longitudinalis inferior*. It gives off numerous small twigs along its entire length, thus aiding in the convolutionary complexity.

The second speno-temporal sulcus is divided in its course by an insula of convoluted brain substance that is quite richly segmented.

The two horizontal occipital fissures are regular both as to form and extent.

The external configuration of the left outer surface is much the same as that of the right side.

The mesial surface is peculiar, and has some of the same divergences from the normal type as has the other side.

The calloso-marginal fissure starts above the genu of the corpus callosum in the gyrus fornicatus, even as on the other side, and curves backwards and upwards cutting the lateral surface at its terminus for a distance of 1,5 cm. It gives off one or two well marked branches upwards from the anterior portion, and one downwards where it turns to ascend to the top of the brain. Anterior to this the inner surface of the frontal lobes is traversed by two well marked, deep, and branching sulci, 4 cm. long respectively, and running parallel courses.

The parieto-occipital is well marked, deep, and tortuous, extending well over unto the external surface, where it becomes *confluent with*

the intra-parietal. Below it extends downwards as far as the collateral fissure, with which it becomes confluent.

There is another fissure which starts well up in the quadrate lobe, it extends downwards parallel with the parieto-occipital for part of the course, but gradually becoming convergent, it joins that fissure at a point where another fissure from the front meets the parieto-occipital at right angles. This second supernumerary fissure forms a lower boundary for the quadrate lobe, which is also intersected by an arm from this fissure at its forked termination. Another, extra, short, and tortuous fissure, coming down from the parietal region, helps to cut up the quadrate lobe considerably.

The calcarine fissure is normal in size and direction, joining the parieto-occipital at an angle of about 50°. The cuneus on this side is perfectly normal, being wedgeshaped, and containing within its boundaries two or three short deep groves.

The collateral fissure, 7 cm. long, is regular in its course. The lobulus lingualis and lobulus fusiformis, like their representatives of the other side, are cut up by numerous small but deep sulci.

The hippocampal sulcus and the fissure of the corpus callosum present nothing abnormal, and the dentate and uncinate gyri are natural in their contour and extent.

The orbital surface shows a very short sulcus for the lobus olfactorius, and the marginal convolution is quite narrow. The triradiate fissure is H-shaped, and there are other smaller and insignificant sulci that freely cut up this surface of the frontal lobe.

From the paucity of material, of course it will be difficult to say, whether the peculiarities observed here are constant or not. Some of them, however, have been observed in the entire series of *seven* brains, particularly such strong features as the eversion of the orbital and basi-temporal surfaces, the marked vertical fissuration and general confluence of sulci, then the marked separation of the occipital from the parietal lobes, and the curious undulations of the primary fissures in the frontal lobes, together with the zygial arrangement of the triradiate fissure. Also the „vegetative repetition“ of Parker must not

be forgotten, and some other minor points like the correspondence in length, direction and confluence of certain fissures.

When we come to take all these points into consideration, the bulk of the evidence goes to show that the Chinese brain is of a low type, and one *sui generis*, however, we must not lose sight of the fact, that in all the cases so far reported, the brains were from individuals of low cast, and as we know cast in the Caucasian brain has greatly to do with its convolutionary arrangement, we must make a slight allowance for this factor, at least until we can get data to convince us otherwise.

Philadelphia, Pa., U. S. A. — June 10th 1890.

Explanation of plate VIII.

- Fig. 1. Outer surface of right hemisphere.
Fig. 2. Inner surface of left hemisphere.
Fig. 3. Inner surface of right hemisphere.
Fig. 4. Outer surface of left hemisphere.
Fig. 5. View of the upper surface of both hemispheres.

The peculiarities of the fissuration are described in the text, and can readily be followed out on the plate.

Die typischen Verzweigungsformen der Arteria hypogastrica

von

Dr. S. N. Jastschinski,

Prosektor an der Universität zu Warschau.

(Hierzu Taf. VI.)

Der Verzweigungsbezirk der Arteria hypogastrica, ihr Verlauf und die Beziehung ihrer Aeste zu den verschiedenen Beckenorganen sind genügend erforscht und in anatomischen Handbüchern ausführlich beschrieben; ihr Verzweigungsmodus gleich nach ihrem Ursprunge ist dagegen verschieden. Einige Anatomen nehmen an, dass die A. hypogastrica, nachdem sie gegen 3—4 cm in die Tiefe des kleinen Beckens gedrungen, sich in zwei primäre Aeste teilt, aus welchen dann secundäre Aeste hervorgehen (Meckel¹⁾, Arnold²⁾, Cruveilhier³⁾, Luschka⁴⁾, Hartmann⁵⁾, Quain-Hoffmann⁶⁾, Henle⁷⁾, Hoffmann und Rauber⁸⁾, Krause⁹⁾, Henke¹⁰⁾. Rüdinger¹¹⁾ u. a.), andere dagegen nehmen, ohne vereinzelte

¹⁾ Meckel, Handbuch der menschlichen Anatomie. Halle und Berlin 1817. p. 241.

²⁾ Arnold, Handbuch der Anatomie des Menschen. Freiburg 1847. Bd. II. p. 325.

³⁾ Cruveilhier, Traité d'anatomie descriptive. Paris 1871.

⁴⁾ Luschka, Die Anatomie des menschlichen Beckens. Tübingen 1864. p. 152.

⁵⁾ Hartmann, Handbuch der Anatomie des Menschen. Stuttgart 1881. p. 540.

⁶⁾ Quain-Hoffmann, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Erlangen 1878. 2. Aufl. Bd. II. Abteilung I.

⁷⁾ Henle, Handbuch der systematischen Anatomie. Braunschweig 1868. Bd. II. Abt. I. p. 293.

⁸⁾ Hoffmann und Rauber, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Erlangen 1886.

⁹⁾ Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. Hannover 1879. p. 637.

¹⁰⁾ Henke, Topographische Anatomie des Menschen. Berlin 1879. Tab. L.

¹¹⁾ Rüdinger, Topographische chirurgische Anatomie des Menschen. Stuttgart 1878. p. 43.

Fälle von Zweiteilung derselben in Abrede zu stellen, als Norm einen einzigen Stamm an, aus dessen Peripherie an verschiedenen Stellen secundäre Aeste hervorgehen (Boyer¹⁾, Hirschfeld²⁾, Hyrtl³⁾, Langer⁴⁾, Gegenbaur⁵⁾, Jamain⁶⁾, Fort⁷⁾ u. a.); endlich stellen noch andere, ohne sich definitiv für die eine oder andere Teilungsform der hypogastrica zu entscheiden, den allgemeinen Satz auf, dass die Zweige dieser Arterie entweder selbständig, oder als gemeinschaftliche Stämme entstehen; letztere gehen durch Vereinigung ihrer Zweige zu je zweien oder dreien hervor; doch nicht selten komme es vor, dass diese Zweige eine Gruppierung zu zwei Hauptstämmen zeigen (Sappey⁸⁾, Beaunis et Bouchard⁹⁾).

In praxi begegnen wir noch mehr Varianten im primären Teilungsmodus der A. hypogastrica, als in den anatomischen Handbüchern; es ist daher nicht möglich, eine richtige und volle Einsicht in die primären Teilungsformen dieses Gefäßes zu erlangen, ohne dieser Frage ein spezielles Studium gewidmet zu haben. Als ich mich mit den Anomalien einiger Beckenarterien beschäftigte, stellte ich mir unter anderem die Aufgabe — die Frage in Betreff der Primärteilung der A. hypogastrica zu einem Abschluss zu bringen. Zu dem Zwecke untersuchte ich zuerst die Verzweigungsformen der A. umbilicalis (an 400 Präparaten — je 200 Kinderleichen beiderlei Geschlechts) und darauf die ihnen entsprechenden Formen der A. hypogastrica (240 Präparate, je 120 beiderlei Geschlechts). Die Resultate dieser Untersuchungen bilden den Gegenstand vorliegender Abhandlung.

Die A. umbilicalis bildet, wie bekannt, während des fötalen Lebens

¹⁾ Boyer, *Traité complet d'anatomie, ou description des toutes les parties du corps humain*. Paris. T. III. An. VII.

²⁾ Hirschfeld, *Opis ukladu naczyniowegs ezlowieka*. Warschau 1863. p. 242.

³⁾ Hyrtl, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen*. Wien 1859. p. 858.

⁴⁾ Langer, *Lehrbuch der systematischen u. topographischen Anatomie*. Wien 1882.

⁵⁾ Gegenbaur, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen*. Leipzig 1883.

⁶⁾ Jamain, *Nouveau traité élémentaire d'anatomie descriptive*. 1861. p. 415.

⁷⁾ Fort, *Anatomie descriptive*. Paris 1853. T. I. p. 472.

⁸⁾ Sappey, *Traité d'anatomie descriptive*. Paris 1853. T. I. p. 472.

⁹⁾ Beaunis et Bouchard, *Nouveaux éléments d'anatomie descriptive*. Paris 1863. p. 442.

und noch einige Zeit nach der Geburt die unmittelbare Fortsetzung der *A. iliaca communis*. Entstanden im Niveau der Mitte der Seitenfläche des letzten Lendenwirbels, oder in der Höhe des oberen Randes des ersten Kreuzwirbels, senkt sie sich vor der *Articulatio sacroiliaca* in die kleine Beckenhöhle und steigt an der Seitenfläche der Harnblase zur Nabelöffnung empor, beständig sich der *A. umbilicalis* der entgegengesetzten Seite nähernd. In der Beckenhöhle bildet die *A. umbilicalis* einen mit seiner Convexität nach unten gerichteten Bogen, der sich um so tiefer nach unten senkt, je älter das Kind ist.

Auf der beschriebenen Strecke giebt die *A. umbilicalis* eine grosse Anzahl von Zweigen zu den Beckenorganen und dessen Wandungen. Nach ihrer Mächtigkeit und Ursprungsstelle können diese Zweige in drei Kategorien eingeteilt werden.

Zur ersten Kategorie gehören die allermächtigsten Zweige, die immer aus der untern Peripherie der *A. umbilicalis*, entweder jeder einzeln, oder als gemeinschaftliche Anfangsstämme hervorgehen; solcher Zweige giebt es drei: die *A. glutea superior*, *A. ischiadica*, s. *glutea inferior* und die *A. pudenda communis*.

Zur zweiten Kategorie gehören Zweige von mittlerem Kaliber: die *Aa. uterina* und *obturatoria*. Erstere entspringt aus der inneren Peripherie der *A. umbilicalis* in der Nähe der *A. pudenda communis*, die Ursprungsstelle der letzteren variiert ausserordentlich, ist jedoch grösstenteils an der *A. umbilicalis* in der Nähe der *Pudenda communis*, oder an der *Glutea superior* zu suchen.

Die dritte Kategorie endlich bilden meist dünne Stämmchen, die entweder aus der *umbilicalis* oder deren Zweigen hervorgehen. Hierher gehören: die *Aa. vesicales*, *haemorrhoidalis media*, *vaginalis*, *ilio-lumbalis* und *sacralis lateralis*.

Die Zweige der *A. umbilicalis* zweiter und dritter Kategorie ändern, wie gesagt, häufig den Ort ihrer Entstehung, indem sie entweder aus der *Umbilicalis* selbst, oder deren Zweigen hervorgehen; in der gegenwärtigen Anordnung ihrer Ursprungsstellen können überhaupt keine geregelten Beziehungen konstatiert werden. Dagegen zeigen die Zweige erster Kategorie (*Aa. glutea sup. inf. et pudenda*), obgleich sie auch grosse Verschiedenheiten in ihrer gegenseitigen

Gruppierung bieten, dennoch grössere Beständigkeit in ihrer Anordnung und eine gewisse Gesetzmässigkeit, sodass in dieser Beziehung beständig vier Hauptfälle oder Formen beobachtet werden.

I. Im ersten, dem häufigsten Falle (38 %) entspringt die *A. glutea superior* aus der *A. umbilicalis* selbständig, während die *Pudenda communis* und *Ischiadica* als gemeinschaftlicher Stamm von verschiedener Länge hervorgehen. Die *A. glutea superior* entspringt in diesem Falle, wie auch in allen folgenden in einer Entfernung von 13,2 mm vom Ursprunge des *A. umbilicalis* (Maximum 22 mm, Minimum 6 mm). Der Abstand zwischen *Glutea superior* und dem gemeinschaftlichen Stämmchen von *Ischiadica* und *Pudenda* beträgt 6,3 mm (Maximum 13 mm, Minimum 2 mm). Die Länge des gemeinschaftlichen Stämmchens variiert: meistens teilt es sich sofort, seltener vor seinem Eintritt ins Foramen *ischiadicum majus*.

Mit Berücksichtigung der Entfernung zwischen den Anfängen beider genannter Stämme (der *A. glutea superior* und des gemeinschaftlichen — der *Aa. glutea inferior* und *pudenda*) einerseits und der Länge des gemeinschaftlichen Stammes der *Aa. ischiadica* und *pudenda* andererseits können folgende extreme Modificationen der Zweige der *Umbilicalis* für diesen Fall aufgestellt werden: 1. eine bedeutende Entfernung zwischen dem Anfange beider Hauptzweige der *Umbilicalis* (13 mm) bei langem gemeinschaftlichem Hauptstämmchen (Taf. VI. Fig. 1 *a* 43 %); 2. eine bedeutende Entfernung bei kurzem gemeinschaftlichem Stämmchen (1 mm — Fig. 1 *b* 28 %); 3. eine unbedeutende Entfernung (2 mm) zwischen den Hauptzweigen bei langem gemeinschaftlichem Stämmchen (Fig. 1 *d* 18 %); 4. bei kurzem gemeinschaftlichem Stämmchen (Fig. 1 *c* 11 %). Im Bereiche dieser äussersten Grenzen kommen Uebergangsformen vor.

II. Im zweiten Falle gehen alle drei Gefässe, die *Aa. glutea superior*, *ischiadica* und *pudenda* gesondert aus der *A. umbilicalis* hervor. Dieser Form begegnet man seltener, als der vorigen (28 %). Ihre Modificationen werden durch wechselnde Entfernung zwischen den Anfängen genannter Arterien bedingt: 1) am häufigsten (45 %) entspringen die *Aa. ischiadica* und *pudenda* in so kurzen Abständen von einander, dass ihre Wandungen sich berühren (Fig. 2 *a*); 2. die

einzelnen Gefäße entspringen in fast gleichen mehr oder weniger bedeutenden Abständen von einander (22%, Fig. 2 *b*); 3. die A. ischiadica entspringt ganz in der Nähe (1—2 mm) der A. glutea superior (Fig. 2 *c* — 19%) und endlich 4. entspringen ganz hoch nebeneinander (Fig. 2 *d* — 13%).

Somit nähert sich die erste Modification der zweiten Form der oben angeführten ersten Form, während die dritte und vierte sich den folgenden zwei, nämlich der dritten und vierten Form anschliessen.

III. Im dritten Falle gehen die Aa. glutea superior und ischiadica aus einem gemeinschaftlichen Initialstämmchen hervor, während die Pudenda communis isoliert entspringt (24%). Die allerhäufigste Modification dieses Falles besteht darin, dass bei langem gemeinschaftlichem Stämmchen der Aa. glutea superior und ischiadica die Entfernung zwischen beiden Initialstämmchen eine bedeutende ist (51%, s. Fig. 3 *a*). Seltener begegnet man der Modification mit geringem Abstände beider genannten Stämmchen von einander (29%, Fig. 3 *b*). Bei der dritten Modification endlich ist die Länge des gemeinschaftlichen Stämmchens, ebenso wie die Entfernung zwischen letzterem und der Pudenda, eine geringe (1 bis 2 mm; 20%, Fig. 3 *c*).

IV. Die vierte Form (9%) ist dadurch charakterisiert, dass alle drei Gefäße aus einem gemeinschaftlichen Stämmchen hervorgehen, wobei gewöhnlich die A. pudenda aus der Glutea superior vor deren Eintritt in den Plexus nervosus, die A. ischiadica dagegen nach demselben entspringt — es ist das die erste Modification (Fig. 4 *a*). Die zweite Modification besteht darin, dass die Aa. ischiadica und pudenda als gemeinschaftliches Stämmchen aus der A. glutea superior hervorgehen (Fig. 4 *b*).

Berücksichtigen wir die Häufigkeit der oben beschriebenen Hautformen der Umbilicalis (Tab. I), so erkennen wir, dass am häufigsten die Aa. ischiadica und pudenda einen gemeinschaftlichen Initialstamm bilden, während die Glutea superior isoliert entspringt (38%). In zweiter Linie steht, was seine Häufigkeit betrifft, die Form, in welcher alle Hauptstämme isoliert in verschiedenen Abständen von einander entspringen (28%). Seltener als letztgenannte Form ist die, bei welcher die Aa. ischiadica und glutea superior als gemeinschaftlicher

Stamm und die Pudenda isoliert entspringen (24 %). Sehr selten endlich (9 %) gehen alle Hauptzweige als gemeinschaftlicher Stamm hervor.

Tabelle I.

Formen der umbilicalis	Verteilung der Hauptgefäße beider verschiedenen Formen	Häufigkeit der versch. Formen ohne Unterschied d. Geschlechts. 400 Präparate.			Häufigkeit bei Knaben. 200 Präparate.			Häufigkeit bei Mädchen. 200 Präparate.		
		Häufigkeit ohne Unterschied d. rech. u. linken Seite	Häufigkeit rechts	Häufigkeit links	Häufigkeit ohne Unterschied d. rech. u. linken Seite	Häufigkeit rechts	Häufigkeit links	Häufigkeit ohne Unterschied d. rech. u. linken Seite	Häufigkeit rechts	Häufigkeit links
I ¹⁾	G. J + P	38 %	20 %	18 %	36 %	19 %	18 %	40 %	21 %	17 %
II	G. J. P	28 %	14 %	13 %	28 %	15 %	13 %	27 %	14 %	13 %
III	G + J. P	24 %	10 %	13 %	26 %	12 %	14 %	24 %	12 %	12 %
IV	G + J + P	9 %	5 %	4 %	8 %	4 %	4 %	9 %	4 %	5 %

Alle beschriebenen Formen werden, wie Tab. I zeigt, hauptsächlich durch Verschiebung des Ursprunges der A. ischiadica bedingt, während der Ursprung der Aa. glutea superior und pudenda, besonders ersterer, mehr oder weniger fix ist. Die Verschiebung des Ursprunges der A. ischiadica äussert sich nicht allein in ihrer relativ häufigen Entstehung als gemeinschaftlicher Stamm mit der Pudenda und Glutea superior, sondern auch in der wechselnden Lage ihres Ursprunges bezüglich dieser Gefäße, wenn dieselben isoliert entspringen: so rückt namentlich ihr Ursprung der A. pudenda bisweilen so nahe, dass ihre Wandungen sich fast berühren; in anderen Fällen ist sie von der A. pudenda 2—3 mm entfernt, oder liegt in der Mitte zwischen den

¹⁾ G = A. glutea super.; I = A. ischiadica; P = A. pudenda communis.
Punkt (.) = Ursprung der genannten Arterien, getrennt von einander.
Plus (+) = Ursprung derselben als gemeinschaftlicher Stamm.

Aa. pudenda und glutea superior. oder endlich nähert sich dem Ursprunge der A. glutea superior. Dagegen ist in all diesen Fällen der Abstand der A. glutea superior von der A. pudenda fast immer derselbe (8 bis 13 mm). Die Beständigkeit der Ursprungsstelle der Aa. glutea super. und pudenda ebenso wie die Unbeständigkeit der Ischiadica findet, wie es scheint, ihre Erklärung in dem Umstande, dass erstere zwei Arterien beständig Zweige in die Beckenhöhle senden, die zu ihrer Fixierung beitragen, während letzterer solche Zweige häufig fehlen.

Durch Unbeständigkeit ihrer Ursprungsstelle zeichnen sich kleine Arterien aus, deren Fehlen von Ernährungsstörungen im gegebenen Gebiete nicht begleitet werden. Umgekehrt zeichnen sich grosse Arterien durch grössere Beständigkeit in dieser Beziehung aus. Obgleich die A. glutea inferior ihrem Kaliber nach ein grosser Stamm ist, repräsentiert sie dennoch nicht ein unumgänglich notwendiges Gefäss, da sie sich in einem Gebiete verzweigt, das von einer grossen Menge arterieller Zweige, die aus anderen Quellen stammen (Aa. glutea super., pudenda, circumflexa fem. u. a.), versorgt wird. Von diesem Gesichtspunkte betrachtet, darf die Glutea inferior all jenen kleinen Stämmchen gleichgestellt werden, die sich einer geringeren Aufmerksamkeit der Natur erfreuen, indem ihnen von letzterer keine bestimmten Ursprungsstellen angewiesen sind, oder indem sie vollständig eliminiert werden. Das Fehlen der Ischiadica habe ich häufig beobachtet, beim Schwein bildet das Fehlen derselben die Regel — sie wird durch Zweige der A. pudenda ersetzt (Chauveau)¹⁾.

Der unbeständige Einfluss von Geschlecht und verschiedenen Seiten auf die Häufigkeit der verschiedenen Formen der umbilicalis und der unbedeutende Unterschied im Praevalieren des Einflusses der einen oder anderen Seite, des einen oder anderen Geschlechts (Tab. I) geben uns ein Recht zur Annahme, dass diese Formen nicht anatomischen Eigentümlichkeiten, die verschiedenen Geschlechtern oder Seiten zukämen, zuzuschreiben sind, sondern dass dieselben aus uns unbekannten Ursachen, die in einer frühen Föetalperiode zur Geltung kamen, resultieren.

¹⁾ Chauveau. Traite d'anatomie comparée des animaux domestiques. Paris 1857. p. 502.

Bei jungen Tieren verhält sich die Anordnung der oben beschriebenen Stämme anders; so giebt die A. umbilicalis bei den Einhufern die Aa. pudenda communis und glutea super.; die A. ischiadica entspringt bei ihnen aus der Glutea superior als gemeinschaftlicher Stamm mit der Sacralis lateralis ($G + J.P$); somit ist die Anordnung dieser Zweige der oben beschriebenen dritten Form der Umbilicalis bei Kindern analog. Bei den Wiederkäuern entspringen die Aa. glutea superior, ischiadica und pudenda immer in Form eines gemeinschaftlichen Initialstammes ($G + J + P$), analog der vierten Form der umbilicalis. Auf diese Weise bilden beim Tiere die Formen der Umbilicalis die Norm, welche beim Menschen relativ selten, oder nur ausnahmsweise vorkommen.

Der Unterschied in der Anordnung der Hauptzweige der A. umbilicalis beim Menschen und Tier kann meiner Meinung nach durch einige anatomische Eigentümlichkeiten ihrer Becken erklärt werden. Bei Tieren ist das Foramen ischiadicum majus — die Austrittsstelle der Aa. ischiadica und pudenda — mehr als beim Menschen in der Richtung des Kreuzbeines decentriert; in Folge dessen müssen die Aa. ischiadica und pudenda, wenn sie aus der Umbilicalis in einiger Entfernung von der Glutea superior entspringen, beim Tiere weiter nach hinten (zum Foramen ischiadicum), als beim Menschen verlaufen. Bei solch einem Verlauf bilden genannte Arterien mit der Umbilicalis einen stumpfen Winkel, der nach der Seite der Blutbewegung in letzterer offen steht, was den allgemeinen Gesetzen der Arterienverzweigungen widerspricht (Jastschinski¹⁾). Durch die Entstehung der Aa. ischiadica und Pudenda aus der glutea superior wird einerseits die Bildung eines spitzen Winkels erreicht und andererseits der Weg zu ihrem Endverzweigungsgebiete verkürzt. So wenigstens verhält sich diese Thatsache bei jungen Hunden, die ich untersucht habe, und so erfordert es, augenscheinlich, das Skelett der Schweine, Kühe und in geringerem Grade der Pferde, das ich studiert.

Die oben beschriebenen Formen der A. umbilicalis und ihre

¹⁾ S. N. Jastschinski. Die Abweichungen der A. obturatoria und ihre Beziehungen zum Schenkelringe und zu Hernien. Warschau, 1890. Dissert.

Modificationen gehen unter dem Einflusse des Alters in verschiedene Formen der A. hypogastrica über.

Die ersten Veränderungen, die sich an der A. umbilicalis zeigen, bestehen darin, dass ihr peripheres Ende, angefangen von der Austrittsstelle des letzten mehr oder weniger bedeutenden Aestchens aus demselben allmählich bis zur Nabelöffnung hin obliteriert. Der Grad, in welchem die Obliteration des peripheren Abschnittes der A. umbilicalis zum Ausdruck kommt, und der Grad ihrer Ausbreitung hängt von der Verteilung der aus ihr entspringenden Blasen Zweige ab. Wenn letztere als gemeinschaftliche Initialstämmchen in geringer Entfernung von einander hervorgehen, so verschwindet der Canal im Bande unterhalb des Niveau des Harnblasenscheitels, im entgegengesetzten Falle erstreckt er sich fast bis zur Nabelöffnung und persistiert auf dieser Strecke auch im reifen Alter.

Der letzte mehr oder weniger bedeutende Zweig der A. umbilicalis ist meistens die A. vesicalis inferior. Als letzter Zweig können aber auch andere Gefässe vorkommen: die Aa. pudenda communis, obturatoria, uterina, haemorrhoidalis media, vaginalis, oder ein gemeinschaftliches Stämmchen zweier oder mehrerer der genannten Zweige. Nach Abgang eines solchen Zweiges beginnt, wie gesagt, die Verengerung des peripheren Teiles der A. umbilicalis und die Winkelbildung zwischen letzterem und den centralen Teilen derselben an Stelle eines regelmässigen Bogens. Die Winkelbildung wird durch stärkere Entwicklung der hinter der Verengung entspringenden Zweige der Umbilicalis bedingt, die deren centralen Abschnitt nach unten und hinten — zum Kreuzbeine hin ziehen.

Nach Maassgabe der Verengerung des peripheren Abschnittes der Umbilicalis und der Entwicklung ihrer Zweige verwandelt sich der Teil derselben, welcher zwischen den Aa. glutea superior und pudenda communis liegt, in den vorderen Zweig der A. hypogastrica, während der Teil, welcher oberhalb der Abgangsstelle der Glutea superior liegt, den gemeinschaftlichen Stamm der hypogastrica repräsentiert; die A. glutea superior geht in den hinteren Zweig der letzteren über.

Die durchschnittliche Länge des Abschnittes der Umbilicalis, der zwischen dem Ursprunge der Aa. iliaca ext. und glutea superior liegt,

beträgt 13,2 mm bei Knaben (Max. 22 mm, Min. 6 mm in 150 Messungen) und 12,3 mm bei Mädchen (Max. 18 mm, Min. 5,6 mm — 150 Messungen). Bei Erwachsenen beträgt die durchschnittliche Länge des gemeinschaftlichen Stammes der Hypogastrica entsprechend dem genannten Abschnitte der A. umbilicalis 3,8 cm nach Quain und 4,2 cm nach meinen Untersuchungen bei Männern (Max. 7,1 cm, Min. 1,1 cm — 120 Messungen) und 3,3 cm bei Frauen (Max. 6,4 cm, Min. 9 mm — 120 Messungen); folglich beträgt die Länge des gemeinschaftlichen Stammes der A. hypogastrica beim Erwachsenen fast das Dreifache ihrer Länge im ersten Kindesalter. Bei Frauen und Mädchen ist er kürzer, als bei Männern und Knaben.

Die durchschnittliche Länge des Abschnittes der Umbilicalis zwischen dem Ursprunge der Aa. glutea superior und pudenda beträgt 6,1 mm bei Mädchen (Min. 2 mm, Max. 13 mm) und 7,2 mm bei Knaben (Min. 2 mm, Max. 15 mm). Bei Erwachsenen beträgt die Länge des vorderen Zweiges von seinem Ursprunge bis zur Abgangsstelle der A. umbilicalis 10,8 mm bei Frauen (Min. 5 mm, Max. 14 mm) und 12,4 mm bei Männern (Min. 5 mm, Max. 17 mm). Folglich erreicht der vordere Zweig der A. hypogastrica beim Erwachsenen weniger als das Doppelte (1,7 mm bei Frauen, 1,5 mm bei Männern) der Länge des ihm entsprechenden Abschnittes der Umbilicalis.

Ueber das Dickenwachstum der A. hypogastrica kann man sich aus folgenden Zahlen ein Urteil bilden: Die Breite der A. umbilicalis beträgt oberhalb des Ursprunges der A. glutea superior 7,3 mm (Min. 5,5 mm, Max. 9 mm). Beim Erwachsenen macht die Breite des gemeinschaftlichen Stammes der Hypogastrica 15,2 mm aus (Max. 21 mm, Min. 12 mm), folglich nimmt ihre Dicke im Vergleich mit derselben im ersten Kindesalter um das Doppelte zu¹⁾.

Wenden wir die oben angeführten allgemeinen Betrachtungen über die Umwandlung der A. umbilicalis auf ihre einzelnen Formen an, so erhalten wir verschiedene Formen der A. hypogastrica.

¹⁾ Die Arterienmessung wurde folgendermaassen ausgeführt: die Arterienwandung wurde der Länge nach gespalten und ihre Breite mit dem Cirkel gemessen; der Abstand zwischen den Schenkeln desselben wurde mittels eines in Millimeter eingetheilten Metallmaasses bestimmt.

I. Bei der ersten Form der Umbilicalis entspringen, wie aus dem Gesagten ersichtlich ist, aus der unteren Peripherie derselben zwei Hauptstämme: ein vorderer gemeinschaftlicher für die Aa. pudenda communis und ischiadica und ein hinterer — die Glutea superior.

Je nach der Grösse der Entfernung zwischen den Hauptstämmen, der Teilungshöhe des vorderen und der Ursprungsstelle der untergeordneteren Zweige der Umbilicalis, besonders der Uterina und Obturatoria, erhalten wir einige Formen der Hypogastrica, die darin untereinander übereinstimmen, dass bei allen zwei Initialzweige bestehen.

Ist die Entfernung zwischen den Hauptstämmen bedeutend (circa 13 mm) und teilt sich der vordere von ihnen mehr oder weniger weit unten, so erhalten wir eine Hypogastrica mit einem vorderen Zweige von ungefähr 2 cm Länge, deren unteres Ende durch die Abgangsstelle der Umbilicalis mit der Vesicalis infer. oder durch beliebige andere Zweige (Aa. obturatoria, uterina) begrenzt wird (Fig. 1 a'). Dabei entspringt die Umbilicalis in Folge der niedrigen Teilung des gemeinschaftlichen Stammes der Aa. pudenda und ischiadica immer oberhalb dieser Teilungsstelle in verschiedener Entfernung von derselben. Wenn aber die untergeordneten Zweige (Aa. uterina, obturatoria, vesicalis infer.) nicht aus der Umbilicalis hervorgehen, so verjüngt sich letztere dermaassen, dass sie das untere Ende des vorderen Zweiges nicht scharf begrenzt, weshalb letztere allmählich in den gemeinschaftlichen Stamm der Pudenda und Ischiadica übergeht (Fig. 1 a'').

Diejenigen Modificationen der A. umbilicalis, deren vorderer gemeinschaftlicher Stamm sich dem hinteren nähert (Fig. 1 c), geben die Form der A. hypogastrica, die einen kurzen vorderen Zweig besitzt, der bisweilen nur 2—3 mm misst. Da mit der Verschiebung des vorderen gemeinschaftlichen Stammes nach hinten die Aa. uterina und obturatoria ihren Anfang häufig nicht ändern, d. h. nicht mit dem genannten gemeinschaftlichen Stamme nach hinten rücken, so verlängert sich der periphere Abschnitt der A. umbilicalis, der vor dem gemeinschaftlichen Stamme liegt. Die A. hypogastrica, die aus einer solchen Modification der Umbilicalis hervorgegangen, besitzt einen kurzen vorderen Zweig, dessen unteres Ende von der Ursprungsstelle eines ziemlich langen,

nicht verödeten Abschnittes der Umbilicalis, aus welchem die Aa. uterina und obturatoria hervorgehen, begrenzt wird (Fig. 1 c').

Allen Formen der Hypogastrica, die aus der Modification der Umbilicalis mit hoher Teilung des vorderen gemeinschaftlichen Stammes hervorgegangen (Fig. 1 c), ist als gemeinschaftliches Kennzeichen eigen, dass das Ende des vorderen Zweiges fast immer dreien Arterien zum Ursprunge diene, die fast auf gleicher Höhe hervorgehen: den Aa. umbilicalis, pudenda und ischiadica (Fig. 1 c').

II. Bei der zweiten Form der Umbilicalis gehen alle drei Hauptzweige derselben (Aa. glutea superior, ischiadica und pudenda) getrennt in verschiedener Entfernung von einander hervor. — Dieser Form der Umbilicalis gehören folgende Formen der Hypogastrica an: gehen die Aa. pudenda communis und ischiadica sehr nahe neben einander hervor und die A. glutea super. in einer bedeutenden Entfernung von ihnen (Fig. 2 a), so entsteht eine A. hypogastrica mit zwei Zweigen, wobei das untere Ende des vorderen vom Ursprunge der Ischiadica und dem kurzen, gemeinschaftlichen Stamme der Pudenda und Umbilicalis begrenzt wird (Fig. 2 a'). Der vordere Zweig der Hypogastrica wird in diesem Falle auf Rechnung des Abschnittes der Umbilicalis gebildet, der zwischen Glutea superior und Ischiadica liegt, während der Abschnitt zwischen letzterer und der Pudenda zur Bildung des gemeinschaftlichen Stammes der Aa. pudenda und umbilicalis verwandt wird. Es entsteht daher bei der Annäherung des Ursprunges der A. ischiadica zur A. glutea superior eine Verkürzung des vorderen Zweiges der hypogastrica und wenn dabei die A. pudenda ihre Lage nicht ändert, so verlängert sich ihr gemeinschaftlicher Stamm mit der Umbilicalis (Fig. 2 cc').

Wird die Rückwärtsbewegung der A. ischiadica von einer gleichnamigen Bewegung der Pudenda begleitet (Fig. 2 d), so findet mit der Verkürzung des vorderen Zweiges zugleich auch eine Verkürzung des gemeinschaftlichen Stammes der Aa. pudenda und umbilicalis statt; in letzterem Falle entsteht eine A. hypogastrica mit drei Zweigen: 1. gemeinschaftlicher Stamm der Umbilicalis und Pudenda, 2. Glutea inferior, 3. Glutea superior (Fig. 2 d').

Bisweilen befinden sich die Hauptzweige der Umbilicalis bei ge-

trenntem Ursprunge in mehr oder weniger gleichmässigen und bedeutenden Abständen von einander (5—7 mm), wobei vor der Pudenda communis die A. uterina entspringt (3—4 mm) und vor letzterer die Obturatoria, endlich vor der Obturatoria die Vesicalis inferior und superior. In Folge einer solchen Gruppierung der Zweige behält die A. umbilicalis ihre kindliche Form auf einer grossen Strecke auch beim Erwachsenen (Fig. 2 b).

III. Bei der dritten Form der Umbilicalis entsteht die A. glutea superior als gemeinschaftlicher Stamm mit der Glutea inferior und die A. pudenda — getrennt. Die ersten beiden Zweige sind einzeln genommen dicker als letzterer, um so mehr — ihr gemeinschaftlicher Stamm; es wird daher mit dem Uebergange dieser Form der Umbilicalis in die A. hypogastrica, die A. pudenda communis mit dem zwischen den äussersten Stämmen gelegenen Abschnitte der Umbilicalis, gröstenteils zu einem Zweige der ersten zwei (Fig. 3 a'), so dass die Form der A. hypogastrica mit einem *einfachen Hauptstamme* und einem dünnen vorderen Zweige zu Stande kommt. Aber auch in diesem Falle kann die A. hypogastrica die Form mit zwei gleichmässig entwickelten Initialzweigen annehmen, wenn nämlich vor der A. pudenda die Uterina und Obturatoria entspringen, auf deren Rechnung der vordere Zweig eine Verstärkung erfährt.

Entspringt bei hoher Teilung des gemeinschaftlichen Stammes der Aa. glutea superior et inferior die Pudenda communis in der Nähe des gemeinschaftlichen Stammes und zwar hinter der Uterina und Obturatoria, so verwandelt sich der zwischen letzteren und der Pudenda gelegene Abschnitt der Umbilicalis in den gemeinschaftlichen Initialstamm der Aa. uterina und obturatoria, während der zwischen Pudenda und Glutea superior gelegene Teil zum vorderen Zweige der A. hypogastrica wird; auf diese Weise entsteht eine A. hypogastrica mit zwei kurzen Initialzweigen, von denen ein jeder seinerseits in zwei Zweige zerfällt (Fig. 3 c'). Diese Form ist mehr dem weiblichen Geschlecht eigen. Bei einer Abweichung der A. obturatoria, oder bei ihrem Ursprunge aus der Glutea superior nimmt diese Form beim Manne die Gestalt eines einfachen Hauptstammes der A. hypogastrica an, aus dem eine relativ dünne A. pudenda und die Glutea inferior hervorgehen.

IV. Die vierte und letzte Form der Umbilicalis besteht, wie uns schon bekannt, darin, dass alle ihre drei Hauptzweige aus einem gemeinschaftlichen Initialstamme hervorgehen, wobei ihre Gruppierung eine zweifache ist: die *A. pudenda communis* geht aus dem gemeinschaftlichen Stamme beider *Aa. gluteae* hervor (Fig. 4 *a*), oder der gemeinschaftliche Stamm der Pudenda und Ischiadica entspringt aus der *Glutea superior* (Fig. 4 *b*). In beiden Fällen erhalten wir einen *einfachen Stamm der Hypogastrica*, aus welchem deren Zweige in folgender absteigender Reihenfolge hervorgehen: oben die Umbilicalis, in der Mitte die Pudenda und unten die Ischiadica (Fig. 4 *a'*); oder aber: oben die Umbilicalis und unten — der gemeinschaftliche Stamm der Pudenda und Ischiadica (Fig. 4 *b'*).

Die oben beschriebenen typischen Formen der initialen Verzweigung der *A. hypogastrica* zeigen in individuellen Fällen noch grössere Variationen, die hauptsächlich in verschiedener Länge und verschiedener relativer Dicke des vorderen Zweiges bestehen.

Die relative Dicke des vorderen Zweiges ist bei verschiedenen Geschlechtern eine andere; beim Manne ist der hintere Zweig grösstenteils dicker, als der vordere, während beim Weibe beide Zweige gewöhnlich gleich calibriert sind, oder aber die Dicke des vorderen Zweiges prävaliert, was in causalem Zusammenhange mit der Anwesenheit der *Aa. uterina* und *vaginalis* steht, die immer aus dem vorderen Zweige der *Hypogastrica* stammen. Bisweilen ist die Dicke des vorderen Zweiges in so hohem Grade überwiegend, dass sich der hintere zu ihm, wie ein Zweig zum Stamme verhält; ein solches Verhältnis kommt bei folgender Gruppierung der Zweige zu Stande: wenn die *A. ileo-lumbalis* aus dem gemeinschaftlichen Stamme der *Hypogastrica* hervorgeht, die *Sacralis lateralis* aus der *Ischiadica*, die *Ischiadica*, *Pudenda*, *Obturatoria* und *Utero-vaginalis* — aus dem vorderen Zweige der *Hypogastrica*.

Aus dem über die Initialverzweigung der *A. hypogastrica* Gesagten geht hervor, dass ihre Basalform die Fälle bilden, in welchen eine Teilung in zwei Hauptinitialzweige vorkommt. Bei näherer Betrachtung des dieser Arbeit beigefügten Schema der *A. hypogastrica* werden

wir fast bei jedem von ihnen finden, dass zwei Initialhauptzweige in verschiedenem Grade zum Ausdruck kommen, wobei der vordere entweder dadurch, dass er sehr kurz, oder dadurch, dass er sehr dünn ist, maskiert wird.

Da diese Form aus den ersten drei Formen der Umbilicalis, die zusammen gegen 90% ausmachen, hervorgeht, so kommt sie bei Erwachsenen sehr häufig vor. An 240 Präparaten habe ich sie 168 mal (70%) beobachtet, wobei der vordere Zweig in verschiedenem Grade ausgedrückt war. Die Form der Hypogastrica mit einfachem Hauptstamme, entsprechend der IV. Form der Umbilicalis, bildet, wie auch letztere, eine äusserst seltene Erscheinung; an der gleichen Anzahl von Präparaten bin ich ihr nur 8 mal (33%) begegnet; in den übrigen 40 Fällen (gegen 15%) bildete die A. hypogastrica eine Uebergangsform zu letzterer, entsprechend der im fötalen und frühen Kindesalter vorkommenden oben beschriebenen III. Form der Umbilicalis.

Die A. hypogastrica verhält sich bei Pferden ihrer Form und Zweigverteilung nach analog der Form der Hypogastrica des Menschen, die aus der III. Form der Umbilicalis hervorgeht (Fig. 3 *a' b'*); ihren vorderen, relativ dünnen Zweig bildet nämlich der gemeinschaftliche Stamm der Aa. pudenda und umbilicalis, während die Aa. glutea superior und ischiadica einen gemeinschaftlichen Initialstamm besitzen.

Der vordere Zweig der Hypogastrica ist bei Wiederkäuern noch schwächer ausgedrückt, als bei Pferden, indem er sich auf Rechnung des gemeinschaftlichen Stammes der Uterina und Umbilicalis bildet; die Aa. glutea superior, ischiadica und pudenda gehen bei ihnen aus einem gemeinschaftlichen Stamme hervor. Folglich ist die Form der A. hypogastrica bei Wiederkäuern der weiblichen Hypogastrica-Form analog, die aus der IV. Form der Umbilicalis hervorgeht. Bei Schweinen endlich und Carnivoren ist der vordere Zweig der Hypogastrica nur rudimentär vorhanden, da die Umbilicalis mit Ausnahme der dünnen Vesicales keine Zweige besitzt. Dasselbe sehen wir bei der Form der männlichen Hypogastrica, die aus der IV. Form der Umbilicalis hervorgeht, wenn die A. obturatoria aus dem hinteren Zweige, oder aus der Iliaca externa,

oder Epigastrica entspringt (s. Hypogastrica der Tiere bei Chauveau¹⁾, Franck²⁾, Müller³⁾, Gurlt⁴⁾).

Daher bilden diejenigen Formen der Hypogastrica, welche beim Menschen sehr selten oder ausnahmsweise vorkommen, bei Tieren die Norm und zeigen einige Neigung zur Bildung zweier Initialzweige. Die Form der menschlichen Hypogastrica mit *einfachem* Hauptstamme trägt daher ein atavistisches Gepräge, während die complicierteren Formen einen progressiven Charakter besitzen.

Erklärung der Taf. VI.

Fig. 1.

<p>a <i>A. umbilicalis.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A. glutea superior. 2. A. ischiadica. 3. A. pudenda communis. 	<p>d <i>A. umbilicalis.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A. glutea superior. 2. A. ischiadica. 3. A. pudenda communis. 4. A. uterina. 5. A. obturatoria. 	<ol style="list-style-type: none"> 3. A. pudenda communis. 4. A. umbilicalis.
<p>b <i>A. umbilicalis.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A. glutea superior. 2. A. ischiadica. 3. A. pudenda communis. 	<p>a' <i>A. hypogastrica.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A. glutea superior. 2. A. ischiadica. 3. A. pudenda communis. 4. A. umbilicalis. 5. A. uterina. 6. A. obturatoria. 	<p>b' <i>A. hypogastrica.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A. glutea superior. 2. A. ischiadica. 3. A. pudenda communis. 4. A. uterina. 5. A. obturatoria. 6. A. umbilicalis.
<p>c <i>A. umbilicalis.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A. glutea superior. 2. A. ischiadica. 3. A. pudenda communis. 4. A. uterina. 5. A. obturatoria. 	<p>a'' <i>A. hypogastrica.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A. glutea superior. 2. A. ischiadica. 	<p>c' <i>A. hypogastrica.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A. glutea superior. 2. A. ischiadica. 3. A. pudenda communis. 4. A. uterina. 5. A. obturatoria. 6. A. umbilicalis.

¹⁾ Chauveau, Traité d'anatomie comparée des animaux domestiques. Paris. 1855. p. 501.

²⁾ Franck, Handbuch der Anatomie der Haustiere. Stuttgart. 1883. S. 845.

³⁾ Müller, Lehrbuch der Anatomie der Haussäugetiere mit besonderer Berücksichtigung des Pferdes und physiologischer Bemerkungen. Wien, 1885. p. 654.

⁴⁾ Gurlt, Handb. der vergleichenden Anatomie d. Haussäugetiere. Berlin. 1860.

Fig. 2.

- | | | |
|---|---|---|
| <p>a <i>A. umbilicalis.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>A. glutea superior.</i> 2. <i>A. ischiadica.</i> 3. <i>A. pudenda communis.</i> <p>b <i>A. umbilicalis.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>A. glutea superior.</i> 2. <i>A. ischiadica.</i> 3. <i>A. pudenda communis.</i> <p>d <i>A. umbilicalis.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>A. glutea superior.</i> 2. <i>A. glutea inferior.</i> 3. <i>A. pudenda communis.</i> | <ol style="list-style-type: none"> 4. <i>A. obturatoria.</i> 5. <i>A. uterina.</i> <p>c <i>A. umbilicalis.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>A. glutea superior.</i> 2. <i>A. ischiadica.</i> 3. <i>A. pudenda communis.</i> <p>a' <i>A. hypogastrica.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>A. glutea superior.</i> 2. <i>A. ischiadica.</i> 3. <i>A. pudenda communis.</i> 4. <i>A. umbilicalis.</i> | <p>d' <i>A. hypogastrica.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>A. glutea superior.</i> 2. <i>A. ischiadica.</i> 3. <i>A. pudenda communis.</i> 4. <i>A. uterina.</i> 5. <i>A. obturatoria.</i> 6. <i>A. umbilicalis.</i> <p>c' <i>A. hypogastrica.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>A. glutea superior.</i> 2. <i>A. ischiadica.</i> 3. <i>A. pudenda communis.</i> 4. <i>A. umbilicalis.</i> |
|---|---|---|

Fig. 3.

- | | | |
|--|--|---|
| <p>a <i>A. umbilicalis.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>A. glutea superior.</i> 2. <i>A. glutea inferior.</i> 3. <i>A. pudenda communis.</i> <p>b <i>A. umbilicalis.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>A. glutea superior.</i> 2. <i>A. ischiadica.</i> 3. <i>A. pudenda communis.</i> | <p>c <i>A. umbilicalis.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>A. glutea superior.</i> 2. <i>A. glutea inferior.</i> 3. <i>A. pudenda communis.</i> 4. <i>A. uterina.</i> 5. <i>A. obturatoria.</i> <p>a' <i>A. hypogastrica.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>A. glutea superior.</i> 2. <i>A. ischiadica.</i> | <ol style="list-style-type: none"> 3. <i>A. pudenda communis.</i> 4. <i>A. umbilicalis.</i> <p>c' <i>A. hypogastrica.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>A. glutea superior.</i> 2. <i>A. ischiadica.</i> 3. <i>A. pudenda communis.</i> 4. <i>A. uterina.</i> 5. <i>A. obturatoria.</i> 6. <i>A. umbilicalis.</i> |
|--|--|---|

Fig. 4.

- | | | |
|---|---|---|
| <p>a <i>A. umbilicalis.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>A. glutea superior.</i> 2. <i>A. ischiadica.</i> 3. <i>A. pudenda communis.</i> 4. <i>A. uterina.</i> 5. <i>A. obturatoria.</i> <p>b <i>A. umbilicalis.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>A. glutea superior.</i> | <ol style="list-style-type: none"> 2. <i>A. ischiadica.</i> 3. <i>A. pudenda communis.</i> 4. <i>A. uterina.</i> 5. <i>A. obturatoria.</i> <p>a' <i>A. hypogastrica.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>A. glutea superior.</i> 2. <i>A. ischiadica.</i> 3. <i>A. pudenda communis.</i> | <ol style="list-style-type: none"> 4. <i>A. uterina.</i> 5. <i>A. obturatoria.</i> 6. <i>A. umbilicalis.</i> <p>b' <i>A. hypogastrica.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>A. glutea superior.</i> 2. <i>A. ischiadica.</i> 3. <i>A. pudenda communis.</i> 4. <i>A. umbilicalis.</i> |
|---|---|---|

Zur Histologie der Zapfen der Fischretina

von

C. Ritter.

(Hierzu Taf. VII.)

Die Zapfen der Fischretina haben von je die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gelenkt. Bei der Wiederaufnahme meiner Retinastudien geriet ich auch zur Retina einiger Fische aus der Klasse der Cypriniden und habe in der Retina des Weissfisches (*leuciscus*), des Rotauges (*leuciscus rutilus*) und des Brassen (*abramis brama*) eine Structur der Zapfen gefunden, welche vielleicht im Stande ist, auf dies Gebilde ein neues Licht zu werfen.

Die Untersuchung wurde an Augen gemacht, welche in chromsaurem Kali ($\frac{2}{100}$) oder in Erlitzky'scher Lösung erhärtet waren. Nach der Eröffnung habe ich die Augen der Reinlichkeit wegen in Wasser gelegt, dem ich einige Tropfen einer Lösung von Osmiumsäure zusetzte. Die feinen Querschnitte der Retina wurden dann in Eosinlösung gelegt und darin für einen Tag oder noch länger bis zur Untersuchung gelassen. Alle weitere Behandlung habe ich für den vorliegenden Gegenstand nicht nützlich gefunden. Dauerpräparate sind mir bis jetzt nicht geglückt, da Alkohol das Präparat zerstört.

Wie schon von anderer Seite hervorgehoben ist, bedarf es bei der Retinauntersuchung der feinsten Schraubenführung; auf diese muss ich für die Zapfenstructur das allergrösste Gewicht legen. Man muss bei dieser eine so feine Schraubenführung lernen, wie sie sonst kaum erforderlich ist.

Am leichtesten ist die Untersuchung des Weissfisches und von

dieser bin ich ausgegangen. Beide Teile der Zapfen, die Innen- und die Aussenglieder sind ungefähr gleich lang ($2 \times 0,028$ mm). Man sieht nun in dem Aussengliede des Zapfens eine feine Spirale von dem Aussenende bis zu dem Innenende in der Mitte des Aussengliedes verlaufen. Eine sehr feine Membran steht mehr oder weniger weit von ihr ab, in nicht präpariertem Zustande umhüllt sie dieselbe dicht (Fig. 1). Die Spirale hat etwa 5 bis 8 Windungen bis sie das Innenglied erreicht; im ganzen werden die Windungen bis dahin etwas breiter, entsprechend dem Querdurchmesser des Aussengliedes. In unverändertem Zustande, welcher beim Weissfisch nur selten gesehen wird, liegt die Membran der Spirale eng an und dann ist von derselben nichts zu sehen, ihre Windungen sind fest zusammengedrückt. Die wahre Zusammensetzung ist dann gar nicht oder nur an einzelnen Querstrichen zu erkennen, welche über das Aussenglied verlaufen und die Zwischenräume zwischen den Windungen andeuten. Weder die Spirale noch die Membran des Aussengliedes nehmen für gewöhnlich Eosin an, nur einmal habe ich die Spirale gefärbt gefunden.

Durch die Verfolgung des spiralförmig gebogenen Fadens ist es möglich, den Bau des Innengliedes zu erkennen. Ich will den Körper von jetzt ab als Faden bezeichnen, obgleich es eben so gut eine Röhre sein kann. Das Innenglied nimmt Eosin stark an, am stärksten von allen Teilen der Retina und mit Hülfe dieser Färbung verfolgt man den Faden des Aussengliedes in das Innenglied und erkennt, dass er sich hier in ein unregelmässig geflochtenes Wundernetz umbiegt. Die Biegungen sind immer sehr kurz, kreisförmig und lassen sich nur in einer Biegung oder einem Teile derselben verfolgen (Fig. 1). Der Faden erfüllt durch die Biegungen das Innenglied vollständig. Bei der Feinheit des Fadens lässt sich die Zahl der Biegungen und die unendliche Verflechtung derselben wohl vermuten, selbst ausrechnen, aber Zeichnen derselben ist unmöglich, da man zur Verfolgung einer Windung schon einer kleinen Drehung der Schraube bedarf, welche die bis dahin gezeichnete Windung wieder verschwinden lässt. Von dem Faden ist ferner zu sagen, dass die Windungen im äusseren Teile des Innengliedes etwas breiter sind, als im inneren Teile. Wie der Faden sich zu der von dem Innengliede abgehenden Faser verhält, vermag ich

ich nicht anzugeben; einige feine Windungen habe ich bis zu der Faser verfolgt, aber nicht in diese hinein. Die Zapfen des Weissfisches sind niemals Zwillingzapfen. Die nach innen abgehende Faser enthält immer in einiger Entfernung vom Zapfen ein Korn.

Es bestehen also die Innenglieder der Zapfen des Weissfisches aus einer homogenen Grundsubstanz, in welche ein vielfach gewundener feiner Faden eingebettet ist. Durch die Windungen dieses Fadens wird das anscheinend granuliertes Aussehen des Zapfeninnengliedes der Autoren bedingt. Die Grundsubstanz ist ziemlich gering an Menge, mit ihr hängt die Membran des Aussengliedes und die nach innen abgehende Faser zusammen.

Die Zapfen der Rotaugen (*leuciscus rutilus*) zeigen eine fast gleiche Bildung. Ihre Innen- und Aussenglieder sind etwa gleich lang, von mir zu 0,027 mm bestimmt. Zwillingzapfen habe ich niemals gesehen. Das Aussenglied unterscheidet sich dadurch von dem des Weissfisches, dass die Membran sich niemals so weit von der Spirale des Fadens entfernt, sich also nicht weit ausdehnt. In ihr findet sich in der Mitte die Spirale. Wenn dieser die Membran eng anliegt, ist keine Andeutung, als einige Querstriche zu sehen. Jede Verletzung der Membran oder ihr Abheben bringt die Windungen des Fadens zu Gesicht. Die äussersten Windungen sind schmal, die inneren werden etwas breiter, entsprechend der Breite des Aussengliedes. Unter der Voraussetzung, dass ich die wirklichen Enden gesehen habe, so habe ich ihre Breite zu 0,0025 mm gemessen, während die Breite am Innengliede etwa 0,005 mm beträgt. Ich bemerke noch, dass diese Messung nur für solche Zapfen gilt, deren Aussenglied sich in der Axe des Zapfens dem Innengliede anfügt. Es kommen beim Rotauge sehr häufig schiefe Ansätze des Aussengliedes zur Axe des Innengliedes vor (Fig. 2 a). Hierdurch wird der Ansatz keine gerade Querlinie, sondern eine schiefe Linie, welche natürlich die Verbindung beider Glieder sehr verlängert.

Auch bei dem Rotauge habe ich über neun Windungen des Fadens im Aussengliede zählen können; auch hier unter der Voraussetzung, dass das äussere Ende des Aussengliedes vorlag. Die gegen das Innenglied breiter werdenden Windungen des Fadens erreichen bei schiefer

Ansatz desselben einen erheblichen Durchmesser. Dann tritt der Faden in das Innenglied.

Das Innenglied hat einen Durchmesser von 0,01 mm und geht am Innenende in eine feine Faser aus, welche erst in weiter Entfernung von dem Zapfen ein Korn enthält, ich habe die Faser auf 0,04 mm Länge verfolgt, ohne dass sie ein Korn aufwies.

Beim Eintritt des äusseren Fadens in das Innenglied werden die Windungen desselben völlig unregelmässig, seine Verflechtungen sind nur auf eine kurze Strecke zu verfolgen, sie scheinen kein Gesetz zu haben. Die Masse derselben erfüllt die Substanz des Innengliedes vollständig, sie wird nur von einer geringen Menge der homogenen Grundsubstanz zusammengehalten. Beim Rotauge ist besonders die grössere Breite des Fadens im äusseren Teile des Innengliedes zu beachten, in der inneren Hälfte ist sie geringer. Auch hier habe ich die feinsten Windungen dicht vor dem Abgange der äusseren Faser gesehen, aber keinen Zusammenhang mit dieser bis jetzt beobachtet. Die Faser geht aus der Grundsubstanz des Innengliedes hervor.

Bei dem Brassen (*abramis brama*) sind die Verhältnisse dieselben, deshalb kürze ich die Beschreibung. Das Aussenglied hat 0,028 mm Länge, das Innenglied 0,025—0,03. Das Aussenglied zeigt regelmässige Querstreifen; sobald die Membran sich abhebt, sieht man, dass die Querstreifen die Trennungsflächen eines spiralförmig gewordenen Fadens sind, welcher den Inhalt des Aussengliedes bildet. Beim Eintritt in das Innenglied tritt der Faden in ein Wunderknäuel von unendlich verschlungenen Windungen. Ein Unterschied in der Breite des Fadens ist mir nicht erkenntlich gewesen. Das Studium dieser Verhältnisse wird sehr erschwert durch die starke Zerstreuung des weissgrauen Choroidealpigmentes, welches sich in alle Zwischenträume der Spirale niederschlägt und sie völlig verhüllt. Erst durch ziemlich rohe Behandlung ist dies Pigment zu entfernen, aber dadurch leidet auch das Präparat. Man erkennt die Verhältnisse viel besser in einem von Pigment freien Innengliede, welches man nach langem Suchen doch findet. Die Grundsubstanz des Innengliedes ist spärlich. Von ihr geht die innere Faser ab.

Die Isolation des Fadens des Innengliedes habe ich bei allen drei

Fischen angestrebt, aber sie gelingt nicht so, dass man grössere Strecken desselben aufrollt, sondern man sieht nur eine Schlinge desselben; offenbar wird das Ganze viel eher zerstört durch die einwirkende Gewalt. Die Breite des Fadens im Aussengliede habe ich auf 0,0008 mm bestimmt.

Die Ueberlegung, wie die gefundene Structur der Zapfen bei diesen drei Fischen vielleicht eine allgemeinere Geltung haben könne, musste zuerst zu den Zapfen des Hechtes (*esox lucius*) führen. Sie bestehen aus dem Aussengliede, dem Innengliede und dem Fuss. Ich hatte mich gerade längere Wochen mit dem Zapfen des Hechtes beschäftigt und versucht, ihnen eine weitere Entzifferung abzulauschen. Eigentlich ohne jeden Erfolg. Jetzt musste der Versuch noch einmal gemacht werden, da ich in dem Eosin ein so wesentliches Hilfsmittel erkannt hatte.

Die Zapfenaussenglieder des Hechtes hatte ich zu 0,08 mm in ihrer grössten Länge, die Innenglieder zu 0,05, die Füsse zu 0,032 bestimmt. Es sind meistens Zwillingzapfen von einem Durchmesser bis zu 0,03 mm. Von den sehr feinen Aussengliedern war mir eigentlich die weitere Structurlosigkeit von vornherein sicher und ich habe sie ganz ausser Acht gelassen. Dagegen fand ich in meinen jüngsten Zeichnungen in den Füßen Andeutungen, welche versprechen, dass auch hier ein spiralförmiger Faden läge. Diese Erwartung wurde nicht getäuscht. Die Masse der Füsse, welche oft eine Breite von 0,009 mm haben, ist in ihrer Mitte von dem Innengliede bis zu dem rundlichen Innenende des Fusses von einem spiralförmig gewordenen Faden erfüllt. Die Windungen desselben liegen meist dicht aneinander, sind aber auch häufig auseinander gezogen, vielleicht durch postmortale Verlängerung des Fusses. Sie entsprechen in ihrer Form ganz den Windungen in den Aussengliedern der drei vorher beschriebenen Fische und haben einen gleichmässigen Breitendurchmesser, welcher etwa dem Durchmesser der Spiralen jener Fische am Uebergange in das Innenglied gleich ist. Die Breite des Fadens habe ich auf 0,0008 mm, den Durchmesser der Windungen auf 0,0025 mm bestimmt. Dieser

Faden setzt sich in dem Körper des Innengliedes fort und erfüllt die homogene Grundsubstanz desselben durch unregelmässige Windungen. Die Verfolgung und der Nachweis dieser Windungen ist ein sehr schwieriges Object, welches bis an die Grenze der Leistungsfähigkeit meines Mikroskopes und meiner Augen herangeht. Die feinste Führung der Schraube ist das sicherste Hilfsmittel. Sobald die Schnitte einen Tag in der Eosinlösung gelegen hatten, habe ich den Faden im Körper des Innengliedes verfolgen können, noch besser nach längerem Liegen. Die Windungen des Fadens sind so zahlreich und so kurz, dass sie nur auf kurze Strecken übersehen werden können. Man ist zuweilen zweifelhaft, was ist Grundsubstanz, was ist Faden. Aber nach gewissenhafter Prüfung wird man mit Sicherheit erkennen, dass die Windungen des Fadens das Innenglied des Hechtzapfens bis zum Aussengliede erfüllen. Die Zeichnung der Windungen des Fadens ist ausserordentlich schwierig, da immer nur Bruchstücke derselben im Gesichtsfelde sind. Es erfordert eine unendliche Geduld, wenn man mit der Zeichnung zum Ziele will (Fig. 3 b). Flächenschnitte der Retina ergeben dasselbe Bild. Niemals habe ich die Windungen eines Fadens in die Windungen des Zwillingszapfen übergehen sehen. Ich schreibe überhaupt der Zwillingsbildung keinen histologischen Wert zu, da die Trennungslinie zwischen beiden Innengliedern eine völlige Scheidung ausdrückt. Die Breite des Fadens innerhalb des Innengliedes habe ich nicht bestimmen können. In der inneren Anschwellung der Füsse ist der Faden in mehrfachen Windungen zu sehen, ich habe aber dies schwierige Object noch nicht weiter verfolgt, weil es zu weiteren ungelösten Fragen führt.

Dass die von Engelmann beschriebene Beweglichkeit der Zapfen in diesem Faden ihren anatomischen Grund finden würde, erlaube ich mir anzudeuten.

Erklärung der Taf. VII.

Alle Zeichnungen sind bei etwa 500facher Vergrößerung (Leitz 7, Ocular 3 mit ausgezogenem Tubus) gemacht.

Fig. 1 *a, b, c.* Zapfen vom Weissfisch. Aussen- und Innenglieder.

Fig. 2 *a, b.* Zapfen vom Rotaugen. Aussen- und Innenglieder.

„ „ *c, d.* Faden des Aussengliedes isoliert, *c* ganz, *d* teilweise.

Fig. 3. Zapfen des Hechtes. *a* und *c* mit Füssen, welche den Faden enthalten.
b Innenglied mit den möglichst ausgeführten Windungen.

Bremervörde, 14. August 1890.

Referate

von

W. Krause.

Giacomini, A., J. Cerveletti dei Microcefali. 8. Torino, 1890. Stamperia dell'unione tipografico-editrice. 331 p. Con XIX tavole.

Giacomini giebt eine ausgezeichnet sorgfältige Darstellung der Gehirne und Schädel von 18 Mikrocephalen, mit Messungen und Abbildungen, auch von Gypsausgüssen der Schädelräume. Ein Schädel eines 9jährigen Mädchens (Rubiolo Modesta) gleicht für den Laien frappant einem Affenschädel, zumal die Zeichnung das Profil so darstellt, wie der Schädel nebst Unterkiefer auf eine Tischplatte gestellt den Eindruck macht. Dreht man die Figur in die richtige Horizontalebene, so verringert sich die Aehnlichkeit und die Photographie des Kopfes mit den Weichteilen zeigt nichts mehr von jener Uebereinstimmung. Das Kind war idiotisch, konnte hören, aber nicht sprechen und nicht selber essen, es hatte auch keine Vorliebe für irgend welche Speisen. Dagegen erkannte es Personen und zeigte Anhänglichkeit an seine Wärterin. Bemerkenswert ist eine Abbildung von Riesenzellen aus dem Lobulus paracentralis.

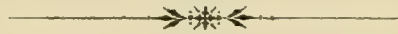
Prenant, A., Éléments d'embryologie de l'homme et des vertébrés.

T. I. Embryogénie. Préface du professeur Mathias Duval. 8°. Paris, 1891. G. Steinheil, éditeur. XXIII et 472 p. Avec 4 pl. en couleurs et 229 fig. dans le texte.

Der vorliegende I. Band enthält die Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere bis zur Vollendung der Embryonalanlage. Die Geschlechtsproducte, Befruchtung des Eies, Dotterfurchung, Morula und Gastrula, die Keimblätter, der Parablast, die äussere Form des Embryo und die Eihüllen werden successive abgehandelt und durch zum Teil schematische Zeichnungen erläutert. Der zweite Band soll die Organogenie mit Rücksicht auf die Missbildungen bringen und der Verfasser hofft, die Aerzte für letztere zu interessieren. Die Darstellung berücksichtigt die ausgedehnte deutsche embryologische Litteratur und ein in französischen Handbüchern selten vorkommendes Register erhöht die Brauchbarkeit des Werkes.

Quain's Elements of Anatomy, edited by E. A. Schäfer and G. D. Thane.
 10th edit. 8°. London, 1890. Longmans Green. Vol. I. P. I.
 Embryology by E. A. Schäfer. XI and 169 ps. With 200 figs.
 — Vol. II. P. I. Osteology. By G. D. Thane. IV and 146 ps.
 With 168 figs.

Das Werk von Quain, dessen neunte Auflage 1882 erschien und das von Hoffmann ins Deutsche übersetzt wurde, ist zu bekannt, als dass es nötig wäre, irgend etwas darüber hinzuzufügen. Interessant ist das gleichzeitige Erscheinen dieser englischen Darstellung der Embryologie mit dem erwähnten Werke von Prenant.



Nouvelles universitaires.*)

Professor J. Gerlach in Erlangen ist in den Ruhestand getreten und Professor L. Gerlach zum Director des anatomischen Institutes und ordentlichen Professor der Anatomie ernannt worden.

*) Nous prions instamment nos rédacteurs et abonnés de vouloir bien nous transmettre le plus promptement possible toutes les nouvelles qui intéressent l'enseignement de l'Anatomie et de la Physiologie dans les facultés et universités de leur pays. Le „Journal international mensuel“ les fera connaître dans le plus bref délai.



On the Gustatory Organs of *Sciurus hudsonius*

by

Frederick Tuckerman.

(With pl. XI.)

General Description of the Tongue. — The organ measures 28 mm. in length, its greatest transverse diameter is 7 mm. and, anteriorly, it is free from the floor of the mouth for 11 mm. The posterior division has a thickness of 6.5 mm., and is very slightly raised above the level of the anterior division. The anterior dorsal surface is impressed for some distance by a rather deep median groove which disappears at the tip. The greater part of the papillated surface, including the lateral margins is covered with fine, closely-set, tactile and mechanical papillae. At the extreme posterior region of the dorsum are a number of coarse, fleshy, recurved conical papillae. Papillae of the fungiform type are only fairly abundant. They are distributed over the dorsal surface, and are sparingly scattered upon the sides of the tongue. Near the base of the organ are three circumvallate papillae. They are arranged in a triangle with the apex turned backward. On each side of the tongue, near the base, is a well-formed papilla foliata, the inner border of which is fringed with papillae, the latter being continued on to the inner side of the base of the glosso-palatine arch. Some of the papillae composing this fringe are relatively quite large, measuring 3 and 4 mm. in length. The under surface of the tongue is transversely wrinkled, but otherwise presents nothing of noteworthy interest.

The Circumvallate Papillae. — These papillae appear to be of nearly equal size. Their upper surfaces are smooth and unmarked by elevations, and do not rise above the level of the adjacent lingual surface. Their sides curve downwards and inwards, and the fossa encircling each is deep, narrow, and quite uniform in width. Mucous and serous glands are quite plentiful, the latter penetrating the submucosa a considerable depth. The ducts of the serous glands open at the sides and hollow of the trench.

The taste-bulbs of this area are disposed at the sides in a girdle of six or seven tiers, the uppermost tier being well up towards the summit of the papilla. Judging from horizontal and vertical sections there appear to be about 380 bulbs for each papilla. The bulbs are fairly uniform in shape, and measure 0,054 mm. in length, their greatest transverse diameter being 0,024 mm. (The shape of the bulbs is shown in figure 2).

The Papillae Foliatae. — The lateral gustatory organ of *S. hudsonius* consists of nine bulbbearing folds, separated by furrows of a fairly uniform breadth and depth. Near the summit of each fold the mucosa almost invariably divides into two secondary portions, leaving a central depression between. This depression is more or less filled with stratified pavement epithelium. Serous glands are very abundant beneath the folds, and even occur within them. Their ducts open at the sides and bottom of the furrows. The taste-bulbs of the papilla foliata nearly fill the sides of the folds. The tiers, which are usually quite closely set, range in number (relatively) from seven to ten. The number of bulbs in each lateral papilla is about 2260.

The Fungiform Papillae. — These papillae usually bear a single taste-bulb near their summit. The bulb is placed vertically in the long axis of the papilla, the basal end resting in a depression of the mucosa and the apex penetrating, but to all appearance not perforating, the outer layers of stratified epithelium. The bulbs of this region average 0,045 mm. in length, and are from 0,021 to 0,030 mm. in breadth. They appear to possess from six to eight taste-cells each.

On the anterior surface of the epiglottis, in about its lower fourth, are a number of bulb-like structures. The basal end and lower two-

fifths of one of the bulbs rest in a cavity of the mucosa. This bulb is spheroidal in form (see fig. 5), and measures 0,036 mm. in diameter. The largest bulb detected in this region (fig. 6) measured 0,045 mm. in diameter and was almost wholly epithelial in position. Bulbs were likewise present on the posterior surface of the epiglottis (fig. 7), but in size, shape, and general appearance, they varied but slightly from those of the anterior surface.

Explanation of Plate XI.

Reference Letters.

b Bulb. *d.l* Deep lamina of epithelium. *F* Furrow. *Fd* Fold of the papilla. *F.s* Free surface of the epithelium. *gl* Serous gland. *gl.d* Duct of serous gland. *m* Mucosa. *s.l* Superficial lamina of epithelium. *s.p* Secondary papillae. *F* Trench. *t.b* Taste-bulb.

Fig. 1 \times 60. Vertical section through one of the circumvallate papillae.

Fig. 2 \times 250. Vertical section through one side of the base of the same circumvallate papilla, showing the bottom of the trench and seven tiers of taste-bulbs. *t.b* Taste-bulb, the reference mark points to the apical end of the bulb.

Fig. 3 \times 35. Transverse vertical section through one of the papillae foliatae.

Fig. 4 \times 250. Vertical section through the summit of a fungiform papilla of the mid-dorsal region of the tongue, showing a single taste-bulb at its upper part.

Fig. 5 \times 250. Transverse vertical section through the lower part of the anterior surface of the epiglottis. *b* Bulb, lying partly in the epithelium and partly in the mucosa.

Fig. 6 \times 250. Transverse vertical section through the same region of the epiglottis. *b* Bulb, lying almost wholly in the epithelium.

Fig. 7 \times 250. Transverse vertical section through the lower part of the posterior surface of the epiglottis. *b* Bulb, embedded in the epithelium.

Amherst, Mass., U. S. A.,

3. October, 1890.

(Istituto d'Anatomia umana in Modena. 1889).
diretto dal Prof. E. Giovanardi.

La Spermatogenesi nella Rana temporaria

(Tesi di libera docenza in Istologia normale)

per il Dott.

Pietro Bertacchini,

Preparatore.

(Con tav. IX e X).

Sul testicolo della Rana temporaria esiste un'unica osservazione di A. Gruenhagen, pubblicata nel Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften (17. Ottob. 1885. No. 42) sotto il titolo: Ueber die Spermatogenese bei Rana fusca (temporaria).

Ecco un breve riassunto della descrizione che l'A. fa del processo spermatogenico in questo anfibio:

- 1° „Alla fine di Maggio, dopo il periodo della frega, non si trovano nel canalicolo seminale che *recipienti a forma di fiasco*, vuoti, collocati l'uno presso l'altro a palizzata attorno alla parete.
- 2° Alla fine di Giugno ogni traccia di tali recipienti è scomparsa, e in loro posto si trovano cisti più o meno voluminose, contenenti cellule seminali secondarie e circondate dalle *cellule ramificate di sostegno*.
- 3° Alla fine di Luglio tali cisti sono già foggiate a fiasco e contengono numerosissime cellule in cariocinesi e talora anche presentanti i fenomeni della trasformazione in spermatozoi.
- 4° Alla fine di Agosto i follicoli a forma di fiasco si sono già disposti a palizzata, se non che ora sono ripieni di spermatozoi.
- 5° Più avanti i recipienti degli spermatozoi espellono il loro contenuto e le capsule rimaste vuote si addossano vieppiù fra di loro, assumendo quella figura che dagli A. fu descritta col nome di Spermatoblasto. Alla fine di Novembre e al principio di Dicembre l'intero processo è finito.

6° Le cellule di sostegno sono elementi cellulari collocati nell'interno del canalicolo e collegati colla parete mediante prolungamenti protoplasmatici, dotati, assieme col corpo cellulare, di contrattilità. Queste cellule dirigono la disposizione a mazzetti degli spermatozoi usciti dalle cisti mediante una contrazione dei loro prolungamenti che attira gli spermatozoi fra essi rinchiusi contro la parete del canalicolo."

Riserbandomi di discutere i punti principali di questa descrizione quando avrò esposto i fatti da me osservati, non posso però tralasciare di fare qui un appunto di una certa importanza. L'A. parlando dei recipienti a forma di fiasco che restano dopo l'espulsione degli spermatozoi, afferma che ad essi fu dagli Istologi assegnato il nome di spermatoblasti. Per quanto mi sappia nessuno ha mai descritto sotto tale denominazione degli elementi testicolari aventi la forma e la disposizione di quelli descritti dal Gruenhagen. Infatti col nome di spermatoblasta V. Ebner, almeno nelle sue prime osservazioni, assieme con Neumann, Blumberg, Mihákovics, Landois, Frey, Krause, Balbiani etc. intesero designare una speciale forma di cellula munita di un nucleo basale e di uno stelo che si dirige verso il centro del canalicolo, entro l'estremità libera del quale si formano per sviluppo endogeno le teste degli spermatozoi; mentre Klein designa colla stessa parola le cellule seminali di Kölliker, ossia quei piccoli elementi cellulari rotondi che seguano l'ultimo termine della divisione cellulare che avviene nel canalicolo seminale; inoltre si può qui ricordare che il Sanfelice designa col nome di spermatoblasti tutte le cellule del canalicolo seminale, eccetto le cellule di Sertoli e le spermatogonie che egli chiama cellule germinali, e le cellule seminali di Kölliker che egli chiama cellule di secrezione; si vede perciò che nè gli uni nè gli altri di questi elementi presentano mai la caratteristica struttura e la disposizione a palizzata dei recipienti a fiasco. È inoltre anche strano che il Gruenhagen, il quale ammette che i cumuli cellulari derivino dalla divisione delle cellule seminali primitive, asserisca che, cessata l'attività spermatogonia annuale, scompaia ogni traccia di esse e non restino nel canalicolo che i suddescritti recipienti a fiasco disposti a palizzata intorno alla parete e completamente vuoti. Ammettendo durante il periodo di riposo questa

struttura, non si comprende in verità da dove mai abbiano da avere origine i nuovi cumuli cellulari che si osservano nel periodo di attività.

Ma lasciando da parte per ora ogni discussione, esporrò intanto i risultati delle mie osservazioni.

Gli animali da cui ho ricavato il materiale furono da me raccolti ogni mese, dal Luglio 1888 al Maggio 1889. Per ciò che riguarda la tecnica delle preparazioni, ho per lo più fissati gli organi col liquido di Flemming, colorando poscia le sezioni coi colori di anilina. Debbo a questo proposito osservare che ho sempre data la preferenza alla soluzione acquosa di fucsina cristallizzata, la quale in confronto alle altre sostanze coloranti anilinarie mi à dato i migliori risultati. Ho poscia scolorato i tagli nell'alcool picrico e dopo averli completamente disidratati coll'alcool assoluto li ho montati in balsamo del Canada rischiarandoli coll'essenza di bergamotto, ovvero in resina damar rischiarandoli coll'essenza di trementina. Ho pure fatto uso, come di mezzi di fissazione, dell'acido picrico e del sublimato corrosivo; in questi casi ho colorato le sezioni coll'ematosilina, coll'allume-carmino, coll'aceto-carmino e col picro-carmino. Veramente i preparati trattati in questo modo non li ho trovati confrontabili per intensità ed elettività di colorazione, con quelli fissati nel miscuglio di Flemming e colorati coi colori d'anilina; ma mi riuscirono però preziosi per controllare alcuni fatti importanti. Premesse queste notizie, ecco l'esposizione dei fatti.

Il canalicolo seminale degli individui raccolti nei mesi di Luglio, Agosto, Settembre e Ottobre, epoca dell'anno in cui, come vedremo in seguito, la spermatogenesi è in corso ma non ancora ultimata, presenta una notevole analogia di struttura imperocchè si riscontrano sempre in esso i medesimi elementi, dei quali varia soltanto il reciproco rapporto quantitativo; la stessa descrizione può quindi valere a darne un'ade-guata idea.

In un taglio trasversale (Tav. IX. Fig. 1) si osserva che la superficie interna del tubulo è in alcuni segmenti esclusivamente rivestita da cumuli cellulari, press'a poco analoghi a quelli della *Rana esculenta*, mentre altrove si osservano solo fascetti di spermatozoi contigui fra di loro e applicati sopra uno strato semplice di cellule delle quali solamente alcune presentano tutti i caratteri di cellule seminali primitive o

spermatogonie. Nei mesi di Dicembre e Gennaio l'aspetto del canalicolo è affatto cambiato; ogni traccia di cumuli è completamente scomparsa e non si osservano più che mazzi di spermatozoi disposti apalizzata sullo strato di cellule che ora riveste uniformemente tutta la parete del canalicolo (Tav. X. Fig. 1). Le ulteriori modificazioni che si osservano tanto nella struttura che nella disposizione di questi elementi, saranno descritte in seguito quando se ne parlerà particolarmente.

Intanto si può già dire che questa speciale distribuzione dei cumuli e dei mazzetti, unitamente alla forma particolare di questi ultimi, rende veramente straordinario l'aspetto del canalicolo seminale della *R. temporaria*, rispetto a quello dell'affinissima e congenere *R. esculenta*. È noto infatti che in quest'ultima cumuli e mazzetti si trovano irregolarmente intercalati, come pure è facile osservare che questi ultimi non hanno alcuna forma definita, ma bensì constano di un'ammasso più o meno grande di spermatozoi, il quale trovandosi compresso tra due cumuli vicini, viene respinto verso il lume del canalicolo, assumendo una forma a ventaglio espanso verso la sua parte libera; inoltre nella *R. esculenta* quasi mai i cumuli cellulari vicini presentano la stessa fase cariocinetica, mentre nella *R. temporaria* spesso accade di osservare ampi segmenti di canalicolo, occupati da cumuli contigui le cui cellule presentano la stessa fase mitotica. D'altra parte è ovvio verificare, anche a primo aspetto, che i mazzi di spermatozoi hanno nella *Rana temporaria* una forma speciale, benissimo definita e delimitata, sempre costante, e indipendente affatto da qualsiasi compressione laterale.

Volendo procedere con ordine e chiarezza nella descrizione dei sopra citati elementi e dell'intero processo spermatogenico, mi sembra conveniente di parlarne in capitoli separati; abbiamo quindi da studiare: 1° i mazzi di spermatozoi, 2° i cumuli cellulari, 3° le cellule dello strato parietale, 4° il meccanismo d'espulsione degli spermatozoi e la rigenerazione dell'epitelio canalicolare.

Mazzi di Spermatozoi.

Per ben comprendere l'aspetto di queste formazioni è necessario descrivere anzitutto lo spermatozoo adulto. Per studiare la forma di

tali elementi mi sono servito di questo processo; un piccolo frammento di testicolo appena levato dall'animale, viene dissociato in una goccia d'umore acqueo e ricoperto colla lastrina copri-oggetto. Lungo un lato di questa si depone una goccia di soluzione allungata di fucsina in acqua alcoolizzata; si colloca rasente il margine opposto l'estremo d'una sottile listerella di carta bibula, in modo che la sostanza colorante penetri lentamente. Dopo quattro o cinque ore la colorazione è avvenuta e col medesimo processo si sostituisce alla soluzione di fucsina una goccia di soluzione acquosa concentrata di cloruro di Sodio. Se si usasse della glicerina questa sottrarrebbe rapidamente il colore, e includendo nelle sostanze resinose molti dettagli andrebbero perduti. Esaminando ora tale preparazione si osserva subito che i filamenti spermatici ora sono rettilinei o leggermente incurvati, ora invece sono strettamente ravvolti su sè stessi in varie maniere. Cominciamo intanto dalla descrizione del nemasperma normalmente disposto (Tav. X. Fig. 2). Esso consta di una testa intensamente colorata, della forma di un lunghissimo filamento cilindro-conico, la cui estremità anteriore molto affilata presenta spesso un punto terminale rotondo e molto spiccato per la sua forte colorazione; l'estremo posteriore invece, cioè il più grosso, appare terminato da una superficie convessa. La lunghezza totale di questa porzione è di mm 0,0238—0,038 lo spessore nel tratto cilindrico è di mm 0,0007.

All'estremità posteriore della testa si inserisce un lunghissimo filamento di una sottigliezza estrema che sembra terminarsi per una estremità alquanto rigonfia. Questo filamento, o coda del nemasperma talora ha una direzione flessuosa, talora è avvolto a spirale piana con giri concentrici. Il filamento comincia a avvolgersi dall'estremità libera e compie un numero più o meno grande di giri; in certi casi esso è completamente avvolto, cosichè si presenta come un disco piatto a striature concentriche, inserito presso l'estremità caudale della testa. La lunghezza della coda eguaglia o supera quella della porzione colorata.

Come sopra ho detto anche la testa dello spermatozoo si mostra frequentemente nei preparati per dissociazione ravvolta su sè stessa; in questo caso però i giri sono raramente sullo stesso piano, ma bensì descrivono una spirale attorno a un asse. Nella testa l'estremità che

prima comincia a avvolgersi è la più grossa o posteriore; in alcuni casi tutta quanta la testa è completamente ravvolta.

Nelle preparazioni colorate colla soluzione acquoso-alcoolica di fucsina e conservate in acqua salata la testa dello spermatozoo a poco a poco si scolora e resta limitata da un sottile margine rosso, meno un pezzo intermedio della lunghezza di mm 0,0035 che resta intensamente colorato, mentre il filamento caudale, forse in causa della sua sottigliezza, presenta una tinta solamente rosea. Nei preparati colorati coll'ematossilina o colla soluzione acquosa concentrata di fucsina, (Tav. X. Fig. 3 A e B), la testa è sempre intensamente colorata mentre il pezzo intermedio e la coda restano del tutto incolori. Perciò in queste preparazioni conservate nella glicerina o nella resina damar molti dettagli di struttura sfuggono alla vista in causa dell'elevato potere di rifrazione di questi mezzi; il filamento caudale ad es: non è più visibile che per un piccolo tratto in vicinanza del pezzo intermedio che resta ancora discretamente distinto.

Ritornando ora ai mazzi di spermatozoi (Tav. IX. Fig. 7, Tav. X. Fig. 1) questi si presentano come pacchetti assai compatti, lunghi in media mm 0,0459 e larghi mm 0,0081, della forma di un'ovoide allungatissimo di cui la porzione formata dalle teste si inserisce vicino alla parete, mentre l'altra formata dalle code si dirige verso il centro del canalicolo; quest'ultima nei prep. colorati colla fucsina e conservati in resina Dammar è sempre, *et pour cause*, affatto scolorata e si distacca dalla rimanente porzione intensamente colorata mediante una linea molto regolare.

Questi pacchi constano evidentemente di un numero più o meno grande di spermatozoi, tenuti assieme da una sostanza cementante e strettamente accollati tra di loro, cosichè non riescono visibili che mercè una distinta striatura longitudinale dell'intero mazzetto; quando però essi sono perfettamente maturi cominciano a disgiungersi dalla parte delle code, e allora diventano perfettamente discernibili. Per completare questa descrizione è necessario ancora aggiungere che l'estremità anteriore dei mazzetti cioè quella formata dalle teste è spesso in rapporto mediante un breve tratto di sostanza protoplasmatica con

una delle cellule aderenti alla parete del canalicolo, non mai però con una spermatogonia.

Così conformato il mazzetto spermatico richiamerebbe alla mente lo spermatoblasta di V. Ebner, senonchè qui lo stelo della cellula basale è ridotto a ben piccole proporzioni ed inoltre, come vedremo in seguito, il modo con cui si origina tale figura toglie qualsiasi analogia coll'elemento dapprima descritto da V. Ebner e poi da lui stesso sconfessato. Le estremità affilate dei pacchi spermatici formate dalle code, sono avvolte da una sorta di ammasso protoplasmatico incolore a forma di nubecola, nella quale a stento si ravvisa un'intricatissima struttura filamentosa e che sempre contiene abbondanti granuli rotondi intensamente colorabili. Simili granuli, dei quali vedremo in seguito il significato, si osservano pure vicino all'estremità del mazzetto inserita sullo strato delle cellule parietali e spessissimo in immediata vicinanza con questi elementi.

Cumuli Cellulari e Modo di formazione dei Mazzi di Spermatozoi.

I cumuli cellulari (Tav. IX. Fig. 2) si presentano come ammassi più e meno voluminosi e di forma svariata, ma sempre delimitata i quali sono costituiti da numerose cellule che presentano tutte la stessa fase cariocinetica tanto nello stesso cumulo, che, come sopra ho detto, nei cumuli contigui. Da principio la forma prevalente è la rotondeggiante, ma in seguito, man mano vanno crescendo, si allungano e divengono piriformi o clavati. Le cellule costituenti sembra siano tenute collegate da una sorta di sostanza cementante, giacchè manca assolutamente qualsiasi traccia di una capsula cistica e nemmeno può ammettersi, come afferma il Sanfelice, che i nuclei si trovino immersi in un protoplasma comune; ben al contrario di ciò i limiti dei singoli corpi cellulari sono distintissimi e formano una specie di rete nelle cui maglie sembrano compresi i nuclei. Le cellule cumulari derivano come è noto dalla replicata e successiva divisione delle cellule seminali primitive o spermatogonie. Un fatto di cui ho potuto accertarmi è che i piccoli cumuli di recente formazione presentano ancora le caratteristiche fasi della cariocinesi delle cellule epiteliali, e solamente quando essi hanno

raggiunto un discreto sviluppo questo processo è sostituito dalla mitosi propria delle cellule seminali secondarie, contraddistinta specialmente dalla placca equatoriale a bastoncini paralleli cosichè i nuclei figli in luogo di originarsi dalla divisione longitudinale delle anse, si formano semplicemente per strozzamento trasversale dei bastoncini; quest'ultimo processo probabilmente è in rapporto colla maggiore rapidità della divisione cellulare che ha luogo nei cumuli verso la fine del loro sviluppo.

Essendo però che in complesso la mitosi dei cumuli è pressochè identica nella R. temporaria e nella R. esculenta e che in quest'ultima essa è già stata descritta da molti autori e qui ultimamente colla massima precisione dal Prof. Bergonzini: „*Contributo alla studio della spermatogenesi nè vertebrati*“ io qui non me ne occuperò di proposito. Tuttavia non posso su questo argomento tralasciare di far cenno di una questione la quale è stata da molti autori discussa cioè, quale sia la forma di riposo dei nuclei dei cumuli cellulari. Secondo Flemming la fase di riposo nucleare sarebbe caratterizzata da un nucleo con distinta membrana, contornato da un'area risplendente e contenente nel suo interno una massa omogenea incolore con corpuscoli e filamenti cromatici irregolari per grandezza, disposizione, spessore, e quantità. Secondo il Sanfelice il nucleo in riposo dei suoi spermatoblasti, (che corrispondono alle cellule germinative e alle cellule seminifere di Sertoli, alle cellule granulose dello stato parietale di Ebner e alle cellule di Henle e infine alle cellule follicolari di La Valette St. George) sarebbe caratterizzato da granuli cromatici poligonali di uniforme grandezza congiunti da sottili filamenti colorabili. Secondo il Bergonzini la forma a nucleo compatto, tanto frequente a riscontrarsi nei cumuli cellulari, rappresenterebbe la fase di riposo delle cellule cumulari e per sostenere questa sua opinione egli si appoggia specialmente al fatto che il canale seminale ci offre un'altro esempio di nucleo compatto in riposo nel filamento spermatico. Secondo me nelle cellule dei cumuli è appena da parlarsi di una fase di riposo; questi elementi sono in preda ad un'attivo processo di divisione cariocinetica e i nuclei figli si ridispongono già ad una novella divisione senza ritornare allo stato di perfetto riposo. La vera fase di riposo è, almeno per quando io credo, da ricercarsi nell'elemento da cui hanno origine i cumuli, cioè nella

spermatogonia. Per quanto poi riguarda l'ultima ipotesi, senza voler qui fermarmi a discutere se il nucleo uniformemente colorabile delle cellule cumulari abbia veramente una struttura compatta o piuttosto non sia un gomito stretto, come suppone il Sanfelice, io propenderei a credere che la prova su cui specialmente essa si fonda non sia del tutto indiscutibile. Infatti è, secondo me, molto dubbio se il filamento spermatico, che è un'elemento tutto speciale e diverso dalle altre cellule dell'organismo, rappresenti una cellula, secondo alcuni autori, o un nucleo, secondo altri, allo stato di riposo. Nello spermatozoo intanto abbiamo una completa e permanente separazione della sostanza cromatica dalla acromatica, disposizione che non deporrebbe a favore di uno stato di quiescenza nucleare; inoltre anche dal punto di vista fisiologico mi pare non si possa parlare per questo elemento di uno stato di riposo, essendo esso di per se solo assolutamente inabile a riprodursi per via cariocinetica, non potendo esplicare tale funzionalità che in contatto di un'altro elemento caratteristico che è la cellula sessuale femminile o l'ovulo, cui egli anzi comunica l'attività proliferativa; in caso diverso esso cade in dissoluzione. Ritornando intanto ai cumuli cellulari, io mi limiterò qui a parlare diffusamente solo di due fatti importanti; della presenza cioè in essi di alcune speciali cellule che non prendono parte al processo di divisione e del modo di trasformazione degli elementi cumulari in spermatozoi e, contemporaneamente, in pacchi di spermatozoi.

L'esistenza negli ammassi cellulari del canalicolo seminale degli anfibi di nuclei allo stato di riposo è un fatto perfettamente noto agli istologi. Furono osservati nel testicolo della *Rana Esculenta* da La Valette St. George che, reputandoli gli omologhi delle cellule del follicolo ovarico, li denominò nuclei follicolari, considerandoli del resto affatto estranei al processo spermatogenico. Duval, che pure li vide, diede loro il nome di nuclei granulosi e ammise che prendessero parte alla formazione dei nemaspermi; furono anche descritti dal Flemming nella *Salamandra maculosa* come cellule piatte nucleate che nelle cisti giovani aderiscono strettamente al cumulo, mentre in quelle contenenti di già spermatozoi formati, si radunano sia alla base della cisti sia nel suo apice, ove formano una specie di rilievo (*Zipfel*) accumulandosi in varie maniere. Questi elementi sono stati inoltre qui ultimamente

studiati dal Sanfelice il quale consente nell'idea del Duval e ammette che in dati momenti essi pure si dividano per dar origine a spermatozoi, basandosi specialmente sul fatto che essi si presentano più spesso nei cumuli contenenti cellule allo stato di riposo, mentre in quelli i cui elementi si mostrano in grande attività proliferativa, essi pure prendono parte a tale processo. Secondo questo A. essi sono identici alle sue cellule germinali della parete da cui derivano i cumuli, cioè alle spermatogonie.

Tralasciando per ora di pronunciarmi su tale questione, dirò in primo luogo che nella *R. temporaria* questi elementi si osservano nei cumuli a qualunque stadio di sviluppo, anzi diventano più appariscenti quando il processo di divisione cellulare è ultimato e tutti gli elementi del cumulo si sono trasformati in cellule seminali di Kölliker. Essi si presentano come nuclei di forma irregolarmente ovoidale (Tav. IX. Fig. 2 *a*, *a'*, *a''*) piuttosto appiattiti, della grandezza di circa mm 0,0054 a contenuto finamente granuloso, forniti talora di un granulo più appariscente e circondati da scarso protoplasma. Si osservano per lo più alla superficie dei cumuli, ma sempre in piccolo numero da 6 a 10; vedremo in seguito quale possa essere il compito probabile di questi elementi che continueremo a chiamare col La Valette St. George nuclei follicolari; veniamo ora a parlare della formazione dei nemaspermi.

L'ultimo prodotto della divisione cellulare nei cumuli testicolari della *R. temporaria* è rappresentato da piccole cellule (cellule seminali di Kölliker, nematoblasti di Sertoli etc.) con nucleo rotondeggiante e uniformemente colorabile (Tav. IX. Fig. 2). Il primo accenno alla metamorfosi spermatogena consiste in un cambiamento di forma di questi nuclei che tutti si allungano in una certa direzione e precisamente in modo tale che con cui estremità del loro asse longitudinale si dirigono verso la superficie laterale del cumulo e verso la sua base (Tav. IX. Fig. 3.) Non tutti i nuclei presentano simultaneamente questo cambiamento di forma, ma mentre quelli situati alla periferia si mostrano già distintamente ovoidali, quelli situati all'interno e verso l'apice del cumulo sono ancora rotondeggianti. In seguito però tutti gli elementi cumulari subiscono l'allungamento e si affollano alla periferia, mentre la parte interna del cumulo resta occupata da residui protoplasmatici filamentosi

disposti nelle più svariate maniere. Già in questa prima fase, e perfino mentre i nuclei sono ancora rotondeggianti dentro ai cumuli intatti, appare nell'estremo rivolto verso l'interno del cumulo un sottile processo filiforme a *bastoncino*, piuttosto corto e poco colorabile, il quale è certamente il primo accenno alla formazione della coda. Dietro a questo bastoncino debolmente cromatico, pare si continui un sottilissimo filamento del tutto incolore che si confonde nell'intreccio filamentoso che occupa l'interno del nucleo in questo periodo del processo spermatogeno. Seguitando passo passo la metamorfosi dei nuclei, vediamo che essi dalla forma ovoidale passano a quella di un rettangolo piuttosto lungo, nella cui parte posteriore appare un leggero rigonfiamento o bottone di sostanza acromatica; il nucleo assume poscia l'aspetto di bastoncino la cui porzione posteriore si allunga sempre più e s'assottiglia, mentre l'estremità anteriore resta piuttosto grossa e rotondeggiante. Abbiamo così la forma clavata (Tav. IX. Fig. 4), la quale a poco a poco, per progressiva riduzione dell'estremità rigonfia, si fa meno distinta, finchè si trasforma affatto in un lungo filamento cilindrico di calibro presso-chè uniforme che è il futuro spermatozoo (Tav. IX. Fig. 5). Giunti però alla forma clavata, non tutti i nuclei del cumulo continuano la loro evoluzione; in certuni invece lo sviluppo s'arresta, la parte assottigliata mostra delle discontinuità di colorazione, l'estremità clavata si distacca e resta trasformata in un grosso granulo cromatofilo frammezzo alle teste dei nemaspermi. La maggior parte di questi granuli passa in seguito nella massa protoplasmatica residuale che circonda le code, mentre altri rimangono vicini alle cellule dello strato parietale, come già accennai parlando dei pacchi di spermatozoi.

Contemporaneamente a questi cambiamenti di forma, procedono delle importanti modificazioni nella struttura del nucleo delle cellule seminali. Questo che dapprima era quasi uniformemente colorabile o, tutt'al più, granuloso, presenta quando si è già alquanto allungato, un aspetto spugnoso, dovuto alla sostanza colorabile che forma una specie di impalcatura reticolare. Quando il giovane nemasperma ha raggiunto la forma a bastoncino, il reticolo cromatico diventa più spesso nella parte anteriore che formerà la testa, mentre all'estremo posteriore appare una piccola zona debolmente colorabile. Infine la porzione

anteriore di-venta del tutto compatta e uniformemente tingibile; il segmento posteriore rimane allora formato esclusivamente di acromatina. Pare che questo tratto acromatico, che coincide col primitivo processo filiforme sopra-descritto, resti interposto fra la testa dello spermatozoo, formata dalla cromatina nucleare, e il filamento caudale formando così il pezzo intermedio. In tal modo l'origine della testa e del pezzo intermedio sarebbe indubbiamente nucleare, mentre quella del filamento caudale rimarrebbe più discutibile. Probabilmente però questo potrebbe non essere altra cosa che la parte fibrillare del corpo protoplasmatico unita in un unico filamento attaccato al processo filiforme del nucleo ove poi si concentrerà la sostanza acromatica. Se così stanno le cose, alla formazione del nemasperma concorrerebbero tanto il nucleo che l'impacatura solida del protoplasma della cellula seminale.

Mentre accade questa trasformazione delle cellule cumulari anche la forma del cumulo subisce notevoli modificazioni; esso si disgrega e si apre nel suo apice applicandosi lentamente contro la parete del canalicolo attorno al suo punto di inserzione; tale espansione del cumulo camminando di pari passo coi cambiamenti di forma dei nuclei, è completa quando questi si sono già trasformati in lunghi bastoncini, i quali allora si mostrano affollati contro la parete del canalicolo, offrendo l'aspetto d'una folta siepe o d'una fitta palizzata (Tav. IX. Fig. 3, 4, 5.)

In seguito a questo fatto anche i nuclei follicolari che si trovavano alla superficie del cumulo, vengono portati sulla parete canalicolare e su di essi appunto si affollano gli spermatozoi. Il folto ammasso di questi elementi si scinde in seguito in parecchi gruppi, i più dei quali fanno capo ad uno dei nuclei follicolari del cumulo, diventati ora cellule dello strato parietale (Tav. IX. Fig. 6). I filamenti spermatici di ciascun gruppo si stringono sempre più fra di loro nel mentre continuano a perfezionarsi nella loro forma, così che in fine costituiscono i pacchi di spermatozoi quali sono stati più addietro descritti.

Qui cade in acconcio il rammentare che molti autori hanno parlato dei granuli cromatici liberi sopra menzionati ma non sono d'accordo riguardo al loro significato. In generale quelli che si trovano vicino alle teste degli spermatozoi nel testicolo dei mammiferi, sono riguardati come prodotti di disfacimento di alcuni nemasperi e fors'anche di cellule

seminali; Flemming nel suo lavoro „*Weitere Beobachtungen über die Entwicklung der Spermatozomen bei Salamandra maculosa*“ ne fa menzione ma non si pronuncia sulla loro interpretazione. Il Sanfelice distingue i granuli cromatici del canalicolo seminale dei mammiferi da quelli degli anfibi; secondo lui, i primi deriverebbero dalla dissoluzione degli spermatozoi mentre i secondi non sarebbero che nuclei delle cellule seminali di Kölliker, o piccoli diastri secondo la sua nomenclatura, i quali non hanno ancora subito l'allungamento. Credo d'avere dimostrato che, almeno negli anfibi, una *parte* di essi deriva dall'arresto di sviluppo di alcuni spermatozoi in via di formazione. I sopra descritti fenomeni spermatogenetici alla fine di Dicembre sono completamente ultimati e allora, come già dissi parlando dell'aspetto generale del canalicolo, ogni traccia di cumuli è del tutto scomparsa e non si scorgono più che pacchi di spermatozoi e cellule parietali; i primi sono in tale epoca dell'anno completamente maturi e la loro forma è leggermente modificata (Tav. X. Fig. 1*a*); sono diventati più lunghi e sottili, l'estremità formata dalle code si è sbarazzata dall'ammasso residuale che l'avviluppava e che si trova ora confinato nell'interno del canalicolo; il tratto protoplasmatico che ne collegava l'estremità costituita dalle teste colla parete o colla cellula basale si è allungato, dimodo chè tale rapporto non è ora tanto discernibile; in seguito, specialmente nel mese di Aprile e nel principio di Maggio, i mazzi spermatici si distaccano dallo strato cellulare, si raccolgono nel lume del canalicolo e qui si disaggregano per essere espulsi.

Si presenterebbe ora la questione del come si formino i pacchi di spermatozoi ed a questo proposito dobbiamo anzi tutto indagare la forza che tende a portare gli elementi del cumulo contro la parete canalicolare. Non si può qui certamente invocare il concorso di una causa meccanica esterna perchè questa, che non potrebbe essere rappresentata che dai cumuli e pacchi spermatici attigui, dovrebbe bene spesso produrre l'effetto opposto, cioè respingere gli spermatozoi neoformati verso l'interno del canalicolo, come avviene nella *R. esculenta*. Qui invece si tratta evidentemente di una vera forza attiva che attrae questi elementi contro la parete. In che consista e dove bisogni ricercare tale facoltà è certamente un problema assai difficile da risolvere; tuttavia, senza credere d'esserci riuscito, esporrò qui la mia opinione.

I nuclei follicolari che si trovano alla superficie dei cumuli sono certamente collegati, mediante sottili prolungamenti del loro corpo cellulare, collo strato protoplasmatico che riveste tutta la superficie interna del canalicolo; inoltre anche da quest'ultimo partono talune promanazioni che si espandono sopra la superficie del cumulo. Ho potuto in parecchi casi constatare questi due fatti, l'ultimo specialmente, in modo indiscutibile. Giunta l'epoca della trasformazione dei nuclei seminali in spermatozoi, queste promanazioni protoplasmatiche contraendosi attirerebbero la superficie del cumulo contro la parete canalicolare aiutati in questa loro azione dalla dissoluzione della sostanza cementante che tiene uniti gli elementi cumulari; in tal modo tutto il cumulo verrebbe disteso lungo la membrana del tubulo e i nuclei follicolari vi si troverebbero immediatamente applicati; ognuno di questi diventa allora come un centro d'attrazione per un dato gruppo di spermatozoi e così si originano i pacchi spermatici già descritti. Varie sono poi le ipotesi per spiegare il meccanismo di formazione di questi pacchi. In primo luogo intanto potrebbe ammettersi che gli elementi spermatici neoformati si dirigono e si applicano sul nucleo follicolare per un movimento attivo loro proprio. E per vero, ho molte volte potuto osservare in dilacerazioni a fresco di testicoli di vari animali, specialmente di gatto e di biscia (*Tropidonotus natrix*), che la facoltà semovente si sviluppa nei nuclei seminali molto prima che siano diventati spermatozoi perfetti. Questo fatto, del resto, non escluderebbe affatto l'ipotesi che il protoplasma cellulare di ciascun nucleo follicolare sia in rapporto, mercè un sistema di filamenti retiformi, con un dato settore di cellule cumulari, che poi attirerebbe sopra di sé durante la distensione del cumulo. Quest'ultima anzi è l'opinione di Merckel e di Gruenhagen, la quale, come ho detto, non esclude quella del movimento attivo degli spermatozoi; perchè se con essa si spiega come un dato gruppo di futuri nemaspermi resti collegato con un nucleo follicolare (cellula di sostegno di Merkel, di Gruenhagen) non si spiega però come tutti gli elementi possano giungere in contatto con questo nucleo. Ripeto peraltro che non attribuisco a quanto ho detto su questo proposito che il valore di una probabile ipotesi, giacchè manca, almeno a me, la constatazione materiale di questo fatto che pure sarebbe interessantissimo interpretare. Probabilmente

poi lo scopo che conduce gli spermatozoi a raggrupparsi sui nuclei follicolari e a permanervi per tanto tempo è il bisogno di un'ulteriore nutrizione per potere acquistare la completa maturità; parlando nel seguente capitolo dell'ulteriore evoluzione dei nuclei follicolari vedremo come in essa si possano riscontrare singolari fenomeni in appoggio di questa opinione.

Cellule dello Strato Parietale.

Questo strato veramente, come si sarà potuto comprendere da quanto fin qui si è detto, non esiste al completo che quando il processo spermatogenico è ultimato, e tutti i cumuli si sono distesi lungo la parete e le cellule cumulari si sono trasformate in gruppi di spermatozi. Esso consta allora di una serie piuttosto fitta di cellule immerse in un'abbondante protoplasma reticolato, applicato uniformemente sulla superficie interna del tubulo seminale. La maggior parte degli elementi che compongono questo strato non sono che i nuclei follicolari dei cumuli, portati contro la parete; l'altra parte è rappresentata da elementi molto più grossi ed appariscenti che sono le vere cellule seminali primitive o spermatogonie; esistono inoltre, appiattiti contra la parete, alcuni nuclei piccolissimi e assai difficili a scorgersi durante il processo spermatogenico; il loro significato lo vedremo più avanti verso la fine di questo lavoro. Si vede perciò come la denominazione di cellule dello strato parietale sia inesatta, giacchè una parte di esse durante un certo periodo dell'anno si trova invece nell'interno del canalicolo. Ma essendo che io non ho qui la pretesa di proporre una nomenclatura e d'altra parte presentando i nuclei follicolari delle notevoli modificazioni una volta arrivati sulla parete, così ho creduto bene di continuare a parlare di questi ultimi a parte sotto questo titolo, evidentemente destituito di alcun significato anatomico topografico; gli unici elementi che nel canalicolo seminale, tanto della R. temporaria che degli altri anfibi, si trovano sempre e solamente sulla parete sono le spermatogonie e i sopra menzionati sottili nuclei appiattiti. Chiarito così questo punto, verrò alla descrizione dello strato in questione, premettendo anzitutto alcune parole sulla sostanza protoplasmatica che racchiude gli elementi cellulari del medesimo. Tale reticolo protoplasmatico riesce

soprattutto evidente quando viene osservato di prospetto; in questo caso si presenta colla massima chiarezza come un sistema di larghi tratti protoplasmatici i quali partono da ampi punti nodali e si anastomizzano fra di loro in modo da circoscrivere delle maglie rotondeggianti entro le quali stanno innichiati i nuclei follicolari circondati da un'area trasparente e le spermatogonie. In un taglio trasversale del canalicolo invece, esso ha l'aspetto di uno strato continuo applicato sulla parete, entro al quale stanno inglobati i nuclei follicolari e che invia larghi prolungamenti verso il lume canalicolare sopra i quali si inseriscono, come fu detto, i mazzi di spermatozoi. Sulla natura di questo reticolo varie sono le opinioni degli A.; di questo per altro io non mi occuperò, ripigliando la descrizione dei nuclei follicolari. — Questi elementi una volta giunti sulla parete del canalicolo e mentre restano in rapporto coi pacchi di spermatozoi, presentano delle modificazioni di struttura che meritano di essere descritte. In primo luogo da ovoidali ed appiattiti che erano mentre si trovavano alla superficie dei cumuli, diventano rotondeggianti ed aumentano di volume. Le piccole granulazioni sparse nel loro corpo nucleare, confluiscono in parte assieme, formando così un nucleolo distinto dentro un nucleo omogeneo o finissimamente punteggiato (Tav. X. Fig. 4). In seguito accade un fenomeno singolarissimo e che ho cercato di seguire passo passo, senza però poter dire d'esservi completamente riuscito. Ecco tuttavia quanto ho potuto osservare; il nucleolo dapprima fortemente ed uniformemente colorato sembra aumentare di volume e nella sua parte centrale appare un'area incolore trasparente (Tav. X. Fig. 5); in altri casi una buona porzione circa $\frac{2}{3}$ dell'intero nucleolo è affatto scolorata e l'altra parte fortemente tingibile le forma come una sorta di cappuccio (Tav. X. Fig. 6). Comunque proceda in seguito il fenomeno, si osservano contemporaneamente dei nuclei follicolari in cui il nucleolo è completamente scomparso e al suo posto si trova un'area incolore perfettamente omogenea e trasparente di forma regolarissima per lo più sferica o leggermente elissoide, la quale spesso si presenta eccentricamente, cosichè con un'orlo è assai vicina alla periferia del nucleo. La grandezza di tale area trasparente è assai considerevole, talora più di $\frac{1}{3}$ dell'intero nucleo. Sul suo orlo si osserva sempre un piccolo granulo

colorato (Tav. X. Fig. 7) e bene spesso due distanti fra di loro i quali evidentemente non sono che residui del nucleolo primitivo (Tav. X. Fig. 8). Questo fenomeno è così frequente che posso con sicurezza affermare che in una certa epoca dell'anno, nei mesi cioè di Luglio, Agosto, Settembre e forse Ottobre, esso è presentato da tutti i nuclei follicolari in rapporto con pacchi di spermatozoi. Mi era veramente da principio sorto il dubbio che potesse trattarsi di un prodotto artificiale di uno speciale metodo di preparazione, ma confrontando i preparati ottenuti con tutti i diversi processi descritti in principio di questa nota, potei tosto eliminare questo sospetto, presentando tutti tale fenomeno in un modo evidente. Solamente nei preparati fissati col Biclорuro di Mercurio e coll'Acido picrico e colorati coll'Ematossilina col picro, coll'allume e coll'aceto-carmino, i granuli cromatici riescono meno evidenti. Accertata così l'esistenza del fenomeno restava da stabilire se l'area trasparente rappresentasse una massa di sostanza incolore o un vacuolo. In favore della prima ipotesi si aveva il fatto del progressivo scoloramento del nucleolo e della permanenza di granuli cromatici sull'orlo dell'area in discorso. Si aggiunga a ciò uno speciale riflesso gialliccio risplendente presentato da quest'ultima e non si potrà più dubitare trattarsi di una vera e propria massa di sostanza acromatica.

Per ciò che riguarda l'interpretazione di questo fatto non mi consta che alcuno finora ne abbia fatto menzione. Veramente il Sanfelice parlando delle cellule germinali del testicolo, descrive delle speciali figure nucleolari cui egli attribuisce il significato di fenomeni di divisione, le quali consistono in un piccolo fuso o sfera di sostanza poco colorabile ai cui poli sono congiunti due granuli cromatici più o meno voluminosi; talora la massa acromatica è isolata e i due granuli ne stanno ad una certa distanza. Il fuso acromatico in seguito si divide per attrazione esercitata su di esso dai granuli, così almeno opina il Sanfelice, e allora ciascuno di questi resta congiunto con una porzione di fuso.

Io avevo da principio appunto pensato che i fenomeni da me osservati avessero una qualche attinenza con quelli descritti dal Sanfelice; ma un più attento esame in seguito me ne dissuase. In primo luogo infatti questo A. non parla di masse veramente acromatiche ma

bensi solamente poco colorabili e che occupano nell'interno del nucleo un'estensione ben piccola, la sfera invece da me osservata nei nuclei follicolari è come ho detto perfettamente incolore e trasparente, presenta infine tutti i caratteri della acromatina. D'altra parte tali fenomeni egli li descrive come proprii delle cellule germinali che negli anfibi corrispondono alle spermatogonie, mentre io li ho osservati esclusivamente nei nuclei follicolari portati contro la parete del canalicolo. Si aggiunga a ciò il fatto che io non ho mai potuto trovare il minimo rapporto fra tali figure e i fenomeni di divisione nucleare perchè, non solo non mi si è mai presentato il caso di osservare due masse acromatiche nello stesso nucleo ciascuna congiunta con un granulo, nè mai ho visti i nuclei con accenno di strozzamento, ma bensì mi sono potuto accertare, come dirò in seguito, che la sfera acromatica a poco a poco si impiccolisce fino a scomparire del tutto.

Posta in chiaro così tale mancanza di analogia fra i fenomeni descritti dal Saufelice e quelli da me osservati, dirò qui ciò che io penso sul loro significato. Ho detto più addietro che tali figure sono esclusivamente osservabili nei mesi di Luglio, Agosto e Settembre; se si riflette ora che in tale epoca appunto si costituiscono i mazzi di spermatozoi in rapporto coi nuclei follicolari e che rimanendo i primi così formati si perfezionano sempre più, raggiungendo i singoli nemasperi la loro forma e maturità perfetta, non si troverà strano che io attribuisca i fenomeni sopra descritti ad un processo di nutrizione nel quale il nucleo follicolare avrebbe per compito di trasmettere i materiali nutritizi e specialmente la sostanza cromatica agli spermatozoi; in altre parole io penso che lo scambio nutritivo tra il nucleo follicolare e il mazzo spermatico sovrapposto, sia a tutto scapito della sostanza colorabile del primo.

Si rifletta infatti che finora non fu data una spiegazione sufficiente del fatto che gli spermatozoi si dispongono in tutti i vertebrati a mazzetto; le cause meccaniche invocate sono assolutamente insufficienti. Bisogna ricercarne la causa in un fatto d'ordine più elevato quale è il bisogno della nutrizione. Ma nei mammiferi l'apice del mazzetto di spermatozoi corrisponde in generale con un nucleo di una cellula di Sertoli, sebbene tale rapporto sia molto meno intimo e dimostrabile

che nell'amfibio di cui ci occupiamo; tuttavia nel testicolo di *mus musculus* e di *mus decumanus* spesse volte accade di vedere alcuni spermatozoi del mazzetto giungere sino a toccare la cellula di Sertoli. Questi ultimi elementi sarebbero per ciò gli omologhi dei nuclei follicolari e tale opinione è pure confortata da quest'altro fatto importante che nè gli uni nè gli altri prendono parte alla formazione di spermatozoi. Questi elementi corrisponderebbero pertanto alle cellule della membrana granulosa e del cumulo proligero del Follicolo di Graaf e come queste avrebbero funzione nutritiva.

Ma ritorniamo ai nuclei follicolari; trascorso il mese di Ottobre ogni traccia di sfera acromatica è in essi scomparsa; la loro forma è leggermente triangolare, coll'apice rivolto verso il centro del canalicolo e nel loro contenuto mostrano un piccolo granulo e numerose granulazioni (Tav. X. Fig. 1). In seguito poi quando gli spermatozoi stanno per essere espulsi sembra che questi nuclei soggiacciano a disfacimento.

Veniamo ora a parlare delle spermatogonie. La descrizione data dagli A. di questo elemento nella *R. esculenta* si attaglia perfettamente anche nella *R. temporaria* (Tav. X. Fig. 9); consta pertanto di un nucleo sferico, vescicolare, voluminoso, omogeneo o leggermente granuloso presentante ordinariamente uno, talora due nucleoli e parecchi granuli cromatici accessori. Un'abbondante corpo protoplasmatico circonda questo nucleo e su di esso stanno addossati uno o più piccoli nuclei triangolari fittamente granulosi e molto colorabili. Non descriverò qui il modo di divisione diretta e mitotica secondo cui questi elementi proliferano, giacchè di ciò ho distesamente parlato in una precedente nota. (Sulla divisione delle cellule seminali nel testicolo della *Rana temporaria*. Rassegna di Scienze Mediche 1889). Parlerò qui solamente di un fenomeno che questi elementi spesse volte mi hanno presentato, della espulsione cioè dal loro nucleo di granuli cromatici. Non so quale importanza si debba attribuire a questo fatto; ad ogni modo ecco come esso si presenta. In alcuni nuclei di spermatogonie talora si osserva che il nucleolo si è portato contro la membrana nucleare ed ha preso la forma di biscotto (Tav. X. Fig. 10); altre volte un nucleolo sta nell'interno del nucleo mentre un altro è aderente internamente alla membrana; in altri casi il nucleo presenta il

suo solito aspetto senonchè in un punto la membrana nucleare mostra una introflessione entro la quale sta un granulo cromatico già fuoriuscito, attorno al quale è visibile un'area più trasparente ed omogenea che il rimanente protoplasma cellulare (Tav. X. Fig. 11); il granulo fuori uscito attraversa quindi quest'ultimo (Tav. X. Fig. 12) e raggiunge la membrana della cellula, venendo probabilmente espulso anche al di fuori di questa. Nelle doppie colorazioni di cui ho fatto uso (ematossilina e fucsina, ematossilina e eosina, violetto di ginziana e fucsina, tanto successivamente che contemporaneamente) mi è parso di poter osservare che il granulo espulso si colora in rosso o in rosa o il nucleolo in violetto. Questo fenomeno è piuttosto frequente; ignoro se esso sia un fatto puramente accidentale o se sia un fenomeno immancabile e necessario; in quest'ultimo caso ancora sarebbe da indagare se esso non avesse altro significato che lo sbarazzarsi di un eccesso di sostanza nucleare o se esso presentasse una certa analogia coll'espulsione dei globi polari dall'ovulo femminile. Ulteriori indagini sono necessarie per spiegare questi problemi. Abbandonando intanto il campo delle ipotesi nel quale è sempre bene andare a rilento, veniamo a parlare degli ultimi fenomeni dei quali dobbiamo occuparci e cioè del:

Meccanismo d'espulsione degli spermatozoi e della rigenerazione del contenuto cellulare del canalicolo.

Nel mese di Gennaio lo strato protoplasmatico che riveste la superficie interna del canalicolo è molto aumentato di volume e si è distaccato dalla parete colla quale non resta collegato che da sottili prolungamenti; i mazzi di spermatozoi sono ancora in rapporto con esso ma indipendentemente dalla posizione dei nuclei follicolari. Questi ultimi sono finamente granulosi con un piccolo nucleolo centrale. Lungo la parete del canalicolo sono intanto comparsi dei piccoli nuclei fittamente granulosi e colorabili, assai rassomiglianti nell'aspetto ad altri che si affollano negli spazi inter-canalicolari. Questi nuclei pure si rassomigliano assai a quelli che si trovano aderenti al corpo cellulare delle spermatogonie.

Nel mese di Febbraio i nuclei follicolari coi sovrapposti mazzi di spermatozoi sono respinti verso l'interno del canalicolo a una grande

distanza dalla parete, restando però ancora collegati con questa mercè briglie protoplasmatiche. I piccoli nuclei granulosi si presentano ora più numerosi e di maggior volume lungo l'interno della membrana canalicolare. Le spermatogonie sono scarse, in istato di riposo e talune anche mostrano evidenti segni di degenerazione.

Nel mese di Marzo il canalicolo seminale, salvo un ulteriore aumento dei nuclei granulosi parietali, resta press'a poco allo stesso stato; in Aprile e in Maggio, all'incontro, avvengono dei grandi cambiamenti. I mazzi di Spermatozoi sono in gran parte disgregati; gli elementi cellulari vecchi, spermatogonie e nuclei follicolari, assai scarsi appaiono in via di dissoluzione, mentre, lungo la parete, i nuclei granulosi sono diventati assai appariscenti e parecchi di essi si presentano come elementi cellulari distinti con nucleo quasi vescicolare. Oltre a ciò degli elementi affatto nuovi sono comparsi nel contenuto del canalicolo sotto forma di numerosissimi granuli cromatici di figura e grossezza svariata (da mm 0,0017—0,0037) e di grosse sfere di protoplasma contenenti granuli, frammenti e masse polimorfe di sostanza tingibile.

Quando quest'ultima si trova nell'interno delle sudetto sfere protoplasmatiche in masse piuttosto voluminose, queste hanno, in generale, forma rotondeggiante, ma talora anche biscottiforme, reniforme etc. etc.; la loro struttura è compatta, il più delle volte omogenea, qualche volta però presentano una specie di stratificazione attorno a un nucleo centrale. Colla fucsina queste masse cromatiche si colorano in rosso bruno; col blau d'anilina solub. nell'alcool, in giallo: mentre il protoplasma che le include si tinge leggermente in bleu; nei preparati trattati solo col l'acido osmico non presentano alcuna colorazione. Quale è frattanto la natura di questi elementi? Per ciò che riguarda i granuli cromatici liberi posso assicurarne con assoluta certezza, avendone segnito passo passo lo sviluppo, che essi non sono altro che spermatozoi degenerati. Si osservano infatti dapprima numerosi filamenti spermatici liberi, ravvolti a spirale o strettamente aggomitolati; i giri di spira in seguito si fanno più stretti, si toccano e si fondono assieme dando così origine a un granulo cromatico di forma svariata, nel quale bene spesso si osservano ancora tracce di tale metamorfosi (Tav. X. Fig. 13). In quanto poi alle sfere protoplasmatiche contenenti cromatina è per lo

meno probabile che derivino dalla fusione assieme di molti di questi granuli, dei quali la sostanza cromatica, separandosi dalla acromatica, confluirebbe in una massa centrale, la cui stratificazione parlerebbe appunto in favore di questo modo di formazione. Mi si era veramente dapprima presentata l'ipotesi che le sfere in discorso derivassero da elementi cellulari preesistenti i quali assorbissero, incorporandoli, i granuli e i frammenti liberi di cromatina; ma non avendo in nessun modo potuto osservare tale fatto l'ipotesi fu da me abbandonata.

Proseguendo lo studio del processo spermatogenico si trova che alla fine di Maggio i tubuli seminali presentano l'aspetto di un completo rinnovellamento. Nell'interno del lume si scorgono ancora piccoli viluppi di nemaspermi in via di espulsione, sfere protoplasmatiche colle loro masse di cromatina e detriti d'ogni sorta, ma il rivestimento cellulare della parete è già quasi eguale a quello che descrissi pel testicolo giovane nella mia prima nota sopracitata. Dei nuclei granulosi moltissimi si sono differenziati in cellule con tutti i caratteri di vere spermatogonie, cioè con grosso nucleo vescicolare, contenente un nucleolo sferico fortemente tingibile e rifrangente, mentre i rimanenti restano frammisti alle spermatogonie e spesso aderenti alla loro membrana cellulare in qualità di futuri nuclei follicolari.

È a quest'epoca dell'anno che le mie osservazioni hanno dovuto disgraziatamente arrestarsi; il ciclo non è al certo completo, tuttavia i fatti osservati sono stati sufficienti per rispondere ancora ad un ultimo e importante quesito: in qual modo avvenga la rinnovazione del contenuto cellulare del canalicolo e se tanto le spermatogonie che i nuclei follicolari abbiano la stessa origine.

Dai fatti sin qui riferiti possiamo intanto concludere che i nuovi elementi del tubulo non derivano degli antichi, giachè questi, come abbiamo visto, alla fine del processo spermatogeno si dissolvono e vengono espulsi entrando a far parte del mestruo spermatico. Abbiamo inoltre visto che contemporaneamente agli ultimi fatti del processo sudetto, appare lungo la parete del tubo seminale uno strato di piccoli nuclei che man mano vanno crescendo e diventano più numerosi; di essi alcuni si trasformano in spermatogonie o ovuli maschili; gli altri

rimangono, in arresto di sviluppo interposti ed adossati alle spermatogonie, così che quando queste si trasformano in cumuli cellulari, essi vengono portati sulla superficie di questi ultimi come nuclei follicolari, i quali infine si trovano al piede dei mazzi di spermatozoi quando il cumulo si è disteso lungo la parete: l'origine quindi degli elementi del tubulo seminale è comune.

Questo fatto, del resto, trova un perfetto riscontro in quanto succede nell'organo genitale femminile, nell'ovaio; anche in questo, come è noto, i nidi ovigeri o tubi di Pflüger constano dapprima di cellule germinali primitive, dalle quali solamente in seguito si differenziano sia per modificazioni nucleari, sia per fusione di più nuclei gli ovuli primordiali mentre le rimanenti danno origine alle cellule del follicolo che circondano e nutrono l'ovulo. Solamente, nell'ovaio le numerose cellule follicolari abbracciano e nutrono l'ovulo, invece nel testicolo i numerosi prodotti della spermatogonia o ovulo maschile abbracciano e sono nutriti dagli scarsi nuclei follicolari. Salvo perciò questa leggera differenza morfologica, l'analogia istogenetica e funzionale è perfetta.

Ritornando intanto al nostro argomento, noi dobbiamo ancora domandarci da quali elementi preesistenti si sviluppino i nuclei granulosi stessi da cui derivano gli elementi del tubulo. Essi si sviluppano da quella scarsa serie di piccoli nuclei, appiattiti contra la membrana canalicolare di cui già abbiamo parlato. Questi nuclei restano in quiescenza durante l'intero processo spermatogeno, ma quando questo è ultimato essi entrano in attività e proliferando danno appunto origine ai nuclei granulosi in questione. Come abbiamo visto, la massima parte di questi si trasforma in nuclei follicolari e spermatogonie, un certo numero però resta aderente alla parete del tubulo come materiale di riserva.

Nelle figure 2 e 6 Tav. IX, si vedono disegnati in *h, h'* e in *a, a'* rispettivamente, due di questi nuclei appiattiti che formano come l'epitelio permanente del tubulo, epitelio al quale si potrebbe, ben a ragione, dare, vista la sua funzionalità, il nome di epitelio germinativo.

Conclusione.

Come chiaramente risulta dalla fatta descrizione, la spermatogenesi della Rana temporaria differisce in modo veramente spiccato da quella della R. esculenta; sarebbe anzi assai interessante lo studiare quale dei due tipi segua questo processo nei rimanenti generi degli Anfibi anuri o se vi siano delle forme di transizione e di ciò appunto sto ora occupandomi. Ad ogni modo però sarà facile il rilevare come nella R. temporaria esso si accosti notevolmente al tipo presentato dagli Anfibi urodeli. A questo proposito è da notarsi che i risultati delle mie osservazioni offrono una grande analogia con quelli ottenuti dal Flemming nella Salamandra maculosa. Anche in questo Amfibio i cumuli cellulari constano di cellule i cui nuclei dapprima rotondi si allungano gradatamente, disponendosi in direzione raggiante attorno ad una cavità che, formatasi nell'interno del cumulo, in seguito raggiunge la base della cisti sulla membrana canalicolare. Mediante il completo allungamento dei nuclei si formano i nemaspermi adulti, descritti dal Flemming come astiformi, cioè come lunghi bastoncini cilindro-conici la cui estremità anteriore affilatissima corrispondente alla testa è munita all'apice di un'uncino incolore, mentre nell'estremo posteriore più grosso si inserisce la coda. Questi nemaspermi adulti si dispongono nella cisti come un fascio parallelo, egualmente a quanto accade nella R. temporaria. Qui però, cosa abbastanza singolare, si arresta ogni analogia. Infatti nella *Salamandra maculosa* il mazzo di nemaspermi è disposto col fascio delle code rivolto alla parete del canalicolo, mentre nella R. temporaria accade perfettamente l'opposto, essendo qui le code rivolte verso il lume del tubolo come già minutamente ho descritto. Inoltre il Flemming descrive per i cumuli cellulari una vera membrana cistica formata da cellule piatte con grossi nuclei ovali, le quali quando i nemaspermi sono maturi si radunano tutte all'apice della cisti formando qui una specie di rilievo o gherone (Zipfel) in cui si osservano parecchi nuclei contigui. È quasi superfluo che a questo proposito ricordi come io abbia già accuratamente seguito il portarsi nella R. temporaria dei nuclei follicolari sulla parete del canalicolo e come su ciascuno di essi si formi un mazzo di spermatozoi, mancando del tutto ogni traccia di membrana cumulare.

Nella *Salamandra maculosa* il Flemming fa pure notare la presenza dei granuli cromatofili quali io li ho visti nella R. temporaria ma mentre egli non dà loro alcun significato io ho accuratamente seguito i diversi modi con cui essi si originano.

Debbo qui aggiungere in fine come io abbia potuto controllare nel Batraco di cui mi sono occupato una interessante osservazione fatta dal Flemming riguardo alla diversa colorabilità mediante la safranina dei nemasperi della salamandra provenienti da preparati fissati col liquido osmo-cromo-acetico. Mentre questi elementi completamente maturi assumono un'intensa colorazione rosso-bruna, si tingono solamente in rosa pallido quando sono nelle prime fasi di sviluppo. Il medesimo fatto appunto si osserva nella R. temporaria adoperando come io ho fatto la colorazione colla fucsina. Il Flemming crede che ciò dipenda da una speciale modificazione chimica della sostanza nucleare per la quale questa si trasformerebbe in un corpo analogo alla lecitina, alla mielina, o ai grassi; egli fonda questa sua ipotesi specialmente sul fatto che queste sostanze si colorano in bruno già solamente coll'azione dell'acido osmico. Il Flemming ritiene anche che sarebbe interessante controllare la sua osservazione su altri animali; almeno per ciò che riguarda la R. temporaria egli può chiamarsi soddisfatto. Per altro senza oppugnare assolutamente l'interpretazione che egli dà di questo fatto, faccio osservare che ammettendo col Flemming che tutto quanto il nemasperma derivi dal nucleo e specialmente dalla impalcatura nucleare (Kerngerüst) e che le parti colorate e non colorate di esso derivino dalla separazione delle due sostanze cromatica ed acromatica già esistenti nella detta impalcatura si potrebbe pensare che la minore colorabilità delle forme giovani dipendesse dal trovarsi queste due sostanze ancora mescolate, mentre nello spermatozoo maturo l'acromatina essendo già stata tutta espulsa per formare il pezzo intermedio e la coda, ciò che ne resta cioè la testa consta di pura cromatina ed è quindi più intensamente tingibile.

Confrontando ora queste mie osservazioni colla descrizione fatta dal Gruenhagen e da me riferita nel principio della presente nota, si può stabilire:

- 1° Che il processo spermatogenico non presenta tanta uniformità nella successione cronologica come afferma l'autore, trovandosi per buona parte dell'anno cumuli cellulari e mazzetti spermatici intercalati lungo la parete del tubolo.
- 2° Che i cumuli cellulari non posseggono una membrana cistica.
- 3° Che per conseguenza, i recipienti a foggia di fiasco in realtà non esistono e l'A. ha forse scambiato con essi i mazzi di spermatozoi; quindi il periodo descritto alla fine di Maggio non esiste assolutamente.
- 4° Che le cellule di sostegno dell'A. corrispondono ai nuclei follicolari di La Valette St. George, ai quali questo nome è sufficientemente adattato.

Volendo infine accennare ai risultati di questo mio lavoro, mi pare che i più importanti siano l'aver dimostrato:

- 1° Che i nuclei follicolari di La Valette St. George o nuclei granulosi di Duval dirigono la formazione a mazzetti degli spermatozoi e servono alla loro nutrizione.
- 2° Che esiste una completa omologia istogenica e funzionale fra l'ovulo femminile e l'epitelio del follicolo ovarico da una parte e la spermatogonia, ovulo maschile, e i nuclei follicolari, dall'altra.
- 3° Che una simile omologia esiste pure fra gli elementi testicolari degli Amfibi e dei vertebrati superiori. I nuclei follicolari corrispondono alle cellule di Sertoli; i piccoli nuclei dell'epitelio germinativo e le spermatogonie alle cellule dello strato parietale di Ebner; le grosse cellule dei cumuli alle cellule di Henle; le piccole alle cellule seminali di Kölliker.
- 4° Che i cosiddetti granuli cromatici si formano in tre modi; per arresto di sviluppo di giovani nemaspermi; per espulsione di granuli cromofili dal nucleo delle spermatogonie; per degenerazione di spermatozoi maturi.
- 5° Che il processo spermatogeno della *Rana temporaria* differisce notevolmente da quello della *R. esculenta*, accostandosi al tipo presentato dal *Triton cristatus* e dalla *Salamandra maculosa*. Studiando tutto il gruppo degli Amfibi anuri, il che formerà oggetto di una prossima nota, ho trovato che nella *Rana esculenta*, nel *Bufo vulg.*

e viridis il processo spermatogeno si accosta a quello seguito dai Vertebrati superiori, Rettili e Uccelli, mentre che nella Rana temp. e *Hyla arborea* si assomiglia e, specialmente nell'ultima, è quasi identico a quello presentato dai Vertebrati inferiori, Amfibi Urodeli e pesci (Elasmobranchi), cosichè tal processo potrebbe fornire dati importanti non solo per la determinazione dei generi e delle specie ma anche per tessere la storia dello sviluppo filogenetico di questo gruppo zoologico.

Modena, 5 Guigno 1889.

Lavori consultati sulla Spermatogenesi dei vertebrati e specialmente degli Amfibi.

1. Gruenhagen, Ueber die Spermatogenese bei *Rana fusca* (temporaria). Centralblatt für d. med. Wissensch. 1885. No. 42.
 2. — Untersuchungen über Samenentwicklung. Centr. f. med. Wiss. 1885. No. 28.
 3. Bellonci, Sui nuclei polimorfi delle cellule test. degli Amfibi. R. Acc. delle Sc. di Bologna. S. IV. T. VII. 1886.
 4. Bergonzini, Contrib. alla Spermatog. nei Vertebrati. Modena. Tip. G. T. Vincenzi e Co. 1888.
 5. Sanfelice, Intorno alla cariocinesi delle cellule germinali del testicolo. Boll. delle Soc. dei Nat. di Napoli. V. I. 1887.
 6. — Intorno alla rigenerazione del testic. L. c. 1887. pag. 90.
 7. Ebner, Zur Spermatogenese bei den Säugetieren. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 31. pag. 236. 1888.
 8. Waldeyer, Ueber Bau und Entwicklung der Samenfäden. Anat. Anzeiger. 1887. No. 12.
 9. Flemming, Weitere Beobachtungen über die Entwicklung der Spermatozoon bei *Salamandra maculosa*. Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. 31. 1888. pag. 71.
 10. Sanfelice, Spermatogenesi nei Vertebrati. Soc. dei Nat. di Napoli. Seduta 15 Gennaio 1888.
 11. Sertoli, Vari lavori dal 1865 in avanti, pubblicati nel Morgagni. Arch. delle scienze mediche, Arch. di Biologia.
-

Spiegazione delle Tavole.

Tavola IX.

- Fig. 1. Taglio trasversale di un canalicolo seminale di R. temporaria da un individuo sacrificato nel mese di Settembre 1888. Ingrandimento 175 D. Coloraz. colla fucsina. In *a, a', a''* porzioni di cumuli con cellule a grosso nucleo uniformemente colorabile; in *b* cumuli di piccole cellule seminali di Köllicker con nuclei ancora granulosi; in *c* giovani spermatozoi non ancora riuniti a fascetti. Nel rimanente del circuito mazzi di spermatozoi. Lungo la parete si osservano nuclei follicolari, fra i quali nessuna spermatogonia.
- Fig. 2. Coloraz. colla fucsina. Ingr. 520 D. Cumulo di cellule seminali di Köllicker, delle quali alcune mostrano il nucleo ancora granuloso, altre uniformemente tingibile. In *a, a'* nuclei follicolari; *b, b'* nuclei piatti delle parete.
- Fig. 3. Coloraz. colla fucsina. Ingr. 1000 D. Cumulo nel quale i nuclei delle cellule seminali hanno subito un discreto allungamento e che si è già disgregato all'apice. I nuclei allungati si dirigono tutti verso la superficie del cumulo e contro la parete del canalicolo; nella parte centrale essi sono ancora rotondeggianti; *a, a'* nuclei follicolari; *b, b', b''* etc. cellule dello strato parietale o nuclei follicolari portati contro la parete, collocati in un piano superiore.
- Fig. 4. Medesima coloraz. e Ingr. Il cumulo si è già disteso sulla parete del canalicolo. *a* nucleo follicol. I nuclei a forma di clava sono poco colorabili. *b* nuclei clavati la cui estremità anteriore si stacca per un processo degenerativo, formando un futuro granulo cromatofilo.
- Fig. 5. Medesima coloraz. Ingr. 520. Giovani spermatozoi derivanti dalle forme clavate della Fig. precedente e ancora confusamente affollati sui nuclei follicolari. In alcuni si vedono delle discontinuità di colorazione che accennano alla loro frammentazione; *a* granuli cromatofili.
- Fig. 6. Medesima coloraz. e Ingr. A destra i giovani nemaspermi sono ancora confusi; in *a* si cominciano a individualizzare i singoli fascetti; *a, a'* nuclei piatti della parete.
- Fig. 7. Fascetti di spermatozoi già formati. *a* nucleo follic.; *b* tratto protoplasmatico che unisce il nucleo al mazzo delle teste *c*; *d* code; *e* protoplasma parietale.

Tavola X.

- Fig. 1. Segmento di canalicolo da un animale ucciso alla fine di Gennaio. Coloraz. colla fucsina, Ingr. 520 D. I nuclei follic. (*a, a'*) hanno assunto un aspetto granuloso dopo la scomparsa dell'area trasparente che si osserva nelle Fig. 7 e 8.
- Fig. 2. Coloraz. colla soluz. allungata di fucsina in acqua alcoolizzata e conservaz. in acqua salata. Ingr. 1400 D. *a* testa; *b* pezzo intermedio; *c* coda; *d* punto colorato all'apice della testa. Nel nemasperma *B* la coda *C* è biforcata ovvero porta inserito un filamento laterale.

- Fig. 3. Coloraz. colla fucsina; Ingr. 1400 D. In *A* i nemaspermi sono distesi, in *B* ravvolti. Il pezzo intermedio è incolore, la coda appena visibile nella sua inserzione, la testa intensamente colorata.
- Fig. 4, 5, 6. Coloraz. colla fucsina; Ingr. 1000 D. Nuclei follicolari; nella Fig. 4 si è formato un nucleolo compatto; in 5 si osserva già in esso un punto centrale trasparente, incolore; in 6 un terzo del nucleolo è scolorato.
- Fig. 7 e 8. Ingr. 1400 D. Nuclei follicolari con area incolore (*a*) in 7 con un solo granulo, in 8 con due granuli cromatici (*b*).
- Fig. 9. Coloraz. con fucsina. Ingr. 1000 D. Spermatogonia. *a* nucleo; *b* nucleolo; *c* protoplasma; *d* nuclei sulla membrana cellulare.
- Fig. 10. Spermatogonia il cui nucleolo a forma di biscotto, si è portato contro la membrana nucleare.
- Fig. 11. Spermatogonia. *a* granulo cromatico fuoriuscito, circondato da un area trasparente.
- Fig. 12. Spermatogonia il cui granulo fuoriuscito si è avvicinato alla membrana cellulare.
- Fig. 13. Da un preparato fatto da un animale ucciso nel mese di Aprile. Coloraz. con fucsina; ingr. 650 D. Diverse forme di passaggio mediante cui gli spermatozoi maturi degenerati si trasformano in granuli cromatofili.
- Fig. 14. Dalla stessa preparazione. Ingr. 650. Sfera protoplasmatica carica di detriti cromatici.
- Fig. 15. Idem contenente una grossa massa cromatica *probabilmente* derivante dalla fusione di detriti cromatici incorporati. Dallo stesso prepatto.
- Fig. 16. Sfera protoplasmatica contenente masse cromatiche di grandezza e forma *pressochè* uniforme. Dalla stessa preparazione.
- Fig. 17. Dal testicolo di un animale ucciso il mese di Maggio. Coloraz. con fucsina; Ingr. 520 D. Segmento di parete del canalicolo seminale. *a*, *a'*, *a''* Spermatogonie; *b* nuclei granulosi che diventeranno nuclei follicolari; *C* cellule cariche di detriti e detriti in atto di essere espulsi.

NOTA. Tutte le figure rappresentate furono disegnate dal vero, colla più scrupolosa esattezza dall'esinio artista Signor Vincenzo Rinaldi, conservando le dimensioni reali date dai singoli ingrandimenti e cogliendo il tono preciso e le più leggere sfumature di colorazione. Inoltre esse furono tutte, meno la Fig. 2. Tav. X, riprodotte da preparati colorati colla fucsina. Le differenze di colorazione dipendono da un soggiorno più o meno adatto nell'alcool picrico e nell'alcool assoluto. Gli elementi cellulari si scolorano più rapidamente sull'orlo della sezione che nelle parti centrali come lo mostra con evidenza la Fig. 11. Tav. X, presa appunto dal margine di una preparazione. Al contrario le differenze di colorazione presentate dalle Fig. 2, 3, 4, 5, 6 e 7, dipendono da ragioni fisico-chimiche già discusse, come lo dimostra anche il fatto che tutte furono tolte da una medesima sezione.



Contribuzione alla morfologia dell'occhio della pecora (*ovis aries* L.) e del bove (*bos taurus* L.).

Nota preliminare

i

Ach. Russo.

(Con. Tav. XIII).

La letteratura oftalmologica, arricchita di ottime conoscenze per opera di valorosi ricercatori, per ciò che riguarda l'argomento di questa mia nota è molto scarsa ed incompleta, sia, perchè gli osservatori nello studiare le diverse parti dell'occhio poco si occuparono di questi due comunissimi animali, sia perchè coloro i quali ne parlano comprendono sotto un tipo unico l'occhio degli erbivori. Anzi tutto riferisco la tecnica impiegata, la quale è stata quella che comunemente si usa nelle ricerche istologiche: Feci, cioè, tagli seriali al microtomo e preparati per dissociazione. Circa i primi ricordo solo che, dopo aver indurito con la soluzione di acido cromico al 2^o%, prendevo il segmento anteriore dell'occhio, che diviso in tanti *settori* prima coloravo e poi mettevo nel miscuglio di Moleschott ¹⁾ per chiarificare il connettivo e rendere più evidente la muscolatura. I tagli furono fatti nel senso dell'asse visuale.

Le mie ricerche in massima si estesero su di alcune parti comprese nella sfera anteriore dell'occhio, cioè: corpo ciliare, processi ciliari ed iride. Riferirò quindi le osservazioni fatte sulla struttura e sulla disposizione del pigmento ed in ultimo sulla retina.

Il *corpo ciliare* è bene sviluppato ed in generale si allontana da ciò che fino ad oggi è stato osservato. E' notevole, pria di ogni altra cosa, nel bove la presenza del *muscolo circolare* o di Müller, il quale

¹⁾ Frey, *Mannale di tecnica microscopica*. tradotto dal ted. da Lanzilotti-Buonsanti con add. di Lupò e correz. del Prof. Paladino. Napoli. An. 1886. p. 104.

da tutti si ritiene moncasce negli erbivori. Esso, a dir vero, è poco sviluppato e quasi rudimentale, ma, della presenza di queste fibre mi assicurai, facendo anche preparati per dissociazione. Presi all'uopo la parte inferiore ed interna del corpo ciliare, dopo aver reciso i processi ciliari e tenni questi piccolissimi brandelli, prima di dissociare, in un miscuglio fatto da *glicerina* ed *acido acetico* al 20 %_o. Nei tagli fatti al microtomo le fibre di questo muscolo compariscono sparse largamente fra le maglie del connettivo, occupando un'area estesa nella base del corpo ciliare in vicinanza del punto da cui si dipartono i processi ciliari. Nella pecora non vi è traccia di questo muscolo. Il muscolo di Brücke (*tensor choroideae*) che apparentemente sembra molto sviluppato, guardato con forti ingrandimenti (Koristka $\frac{oc. 3}{obb. 8}$ tuboalz.) in gran parte vien sostituito da un connettivo le cui fibre decorrono, molto stivate fra loro, nel senso meridionale dell'occhio. Nel centro di questo tessuto, che il Dostoiewsky ¹⁾ considera come un particolare gruppo cellulare, senza pronunziarsi sulla natura, si trovano delle fibre cellule formanti piccoli farci, che seguono il decorso del connettivo. Questi fasci nei tagli di un intero *quadrante* dell'emisfero anteriore dell'occhio non si vedono sempre, ma, regolarmente compariscono di quando in quando; il che ci dimostra che essi sono ad intervalli fra loro e disposti radialmente. Tutto questo insieme di fibre, facile a distinguere in mezzo agli altri tessuti del corpo ciliare, si continua in alto con lo stroma della *coroidea*, ed in basso: da una parte si unisce al *ligamento pettinato* (*ligamentum pectinatum*) nel punto in cui si inserisce sulla cornea per continuarsi nella *membrana di Deschemet*, e dall'altra col rimanente tessuto del corpo ciliare.

Nel bove il muscolo di Brücke è più sviluppato: Esso di quando in quando viene attraversato da un fascio muscolare molto robusto, che, partendo dalla *choroidea* scende nell'iride. Come si vede nella figura è un fascio a sè, che nulla ha di comune col *tensor choroideae*, ed a quanto pare con funzione propria. Intorno ad esso si trovano fibre e granuli di pigmento.

Il *ligamento pettinato* (*ligamentum pectinatum*) è molto sviluppato in tutti e due gli animali. Esso, dipartendosi dalla membrana di

¹⁾ Dostoiewsky, Über den Bau des corpus ciliare und der Iris bei Säugethieren.

Deschemet, s'irraggia, mandando le sue fibre nel corpo ciliare e nell'iride. In corrispondenza di questo ligamento, mentre negli altri erbivori è stato constatato un reticolo connettivale, simile a quello del *cavallo*, diversamente interpretato, come tendine, cioè, del *M. tensor choroideae* (Leukart)¹⁾ o come maglie appartenenti al sistema linfatico (Schwalbe)²⁾, nella pecora nulla si osserva, essendo il connettivo del corpo ciliare uniforme. Per contro questa rete, già resa comune a tutti gli erbivori, esiste nel bove e molto sviluppata. Essa si estende nel centro del corpo ciliare e lungo le sue maglie in fibre ed in granuli trovasi addensato una gran quantità di pigmento, il quale dà un aspetto singolare a questo punto del corpo ciliare.

I processi ciliari sono enormemente lunghi, massime nella pecora, ed a mò di sacco si estendono fino alla metà dell'iride. Guardando con microscopio semplice, dopo aver levato cautamente la lente cristallina, che poggia sui processi legata intimamente per una membrana, essi si mostrano regolarmente disposti e molto frastagliati. Guardando in sezione con ingrandimento anche debole, il pigmento, di un colore fortemente nero, si mostra in grossi cordoni, che dall'alto al basso intersecano il processo, formando tante ripiegature e limitando tanti spazii di figura diversa nei quali penetrano il connettivo del corpo ciliare ed i vasi provenienti dalla coroidea e dall'iride. Nel margine esterno del processo, corrispondente, cioè, al corpo ciliare, le pieghe limitano tanti spazii, che sono le aperture per le quali penetrano i vasi. La grande quantità di sangue, che, per quanto mi son potuto accorgere dalle sezioni seriali fatte, entra nei processi ciliari, e lo sviluppo di essi, direi quasi anormale, debbono esercitare un grande potere nel processo della visione. Tutto questo eccessivo sviluppo di vasi e di processi, pare debbano sostituire la mancanza del *M. circolare*, se rimarrà vera la funzione che ad esso fu attribuita da H. Müller³⁾ e Rouges⁴⁾.

¹⁾ Leukart, R., Organologie des Auges. Nell'Handbuch der gesamten Augenheilk. di A. Graefe und Th. Saemisch. II. Vol. Anatomie und Physiologie.

²⁾ Schwalbe, Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane.

³⁾ Henri Müller, Reclamation de priorité etc. Comptes rendus de l'Ac. des sciences de Paris. An. 1856.

⁴⁾ Rouget, Recherches anat. et physiol. sur les appareils erectiles. app. de l'adaptation de l'œil, chez les oiseaux, le principaux mammifères et l'homme. Comptes rendus etc. 1856.

Nell'iride, come nel corpo ciliare, bisogna distinguere due sistemi di fibre muscolari, fra loro opposte per lo sviluppo. È poco sviluppato il *musculo raggiato* dell'iride (*dilatator pupillae*) specialmente nella pecora. Quivi associatamente a qualche debole fascio muscolare isolato, troviamo le fibre elastiche del *ligamento pettinato*, che, in mezzo ad un intreccio di connettivo, percorrono regolarmente la membrana iriana, disponendosi radialmente in tanti cordoni. Nel bove questi cordoni sono molto più grossi ed in più quantità.

Il M. *sfintere* (*constrictor pupillae*) in questi due erbivori segna un notevole sviluppo, estendendosi dal margine pupillare fin quasi alla metà dell'iride. Le sue fibre, che inferiormente occupano quasi tutta la spessezza della membrana iriana, a poco a poco vanno scemando ed in fasci isolati si accostano alla parete interna fino a raggiungerla. L'insieme di queste fibre, se si giudichi dalla loro estensione e dalla colorazione intensa che assumono, rappresenta un sistema contrattile, il quale deve potentemente influire nel processo di accomodazione: La lente cristallina ed il corpo vitreo, in effetti, essendo continuamente compressi dai processi ciliari, l'azione di quelle fibre deve essere costante nell'impedire che i mezzi diottrici facessero enia per il forame pupillare, e perciò il loro sviluppo è in rapporto della funzione.

Per assicurarmi della esistenza e della disposizione, quale io l'ho descritta, di queste parti dell'iride feci dei preparati per dissociazione. A questo scopo trattai un brandello d'iride con la soluzione di *potassa* al 20% e dopo un tempo non maggiore di 2 o 3 ore colorai e dissocii in modo da non spostare i rapporti topografici delle fibre.

Il pigmento della sfera anteriore dell'occhio in questi due animali è abbondante e caratteristico per il modo come trovasi localizzato. Cominciando dall'esterno, incontriamo da prima le cellule dell'epitelio congiuntivale divenute pigmentose in corrispondenza al limite della sclera con la cornea trasparente. In questo punto, per un breve tratto, sia le cellule cubiche che le pavimentose sono completamente nere per la gran quantità di pigmento, che in esse si è accumulato, ma a poco a poco, risalendo verso il sacco congiuntivale esse si chiarificano gradatamente verso la superficie, mentre le cellule cubiche continuano per una certa estensione a mostrarsi pigmentate. Qualche volta mi è

occorso di vedere lungo tratto di epitelio congiuntivale pigmentato in modo da non lasciarmi più distinguere fra loro le cellule. Nella sclera, nel punto in cui essa sta per divenire cornea trasparente molti fasci fibrosi trasformati in fasci di pigmento limitano quasi queste due regioni. In questo punto il pigmento occupa tutta la spessezza della membrana, ma, a mano a mano che si va in alto, si limita solo alla parete interna. Quivi in corrispondenza del corpo ciliare, massime nel punto d'inserzione del ligamento pettinato sulla cornea, il pigmento diviene molto abbondante da coprire completamente i tessuti. La disposizione di questo pigmento è identico in entrambi gli erbivori da me studiati e la localizzazione alla periferia della cornea mi fa pensare una importante funzione, la quale forse è intervenuta per adattamenti speciali. Oltre a ciò noto ancora che la sclera col suo pigmento non si arresta in corrispondenza del cominciamento dell'iride, ma si prolunga in basso, coprendola per un tezzo quasi e, limitando in certo modo l'entrata della luce nella *camera anteriore* dell'occhio.

Nel corpo ciliare della pecora il pigmento si dispone alla periferia, corrispondente all'iride ed ai processi ciliari. Questo pigmento è fatto in gran parte da cellule, le quali hanno due, tre o più prolungamenti, che si anastomizzano con quelli delle cellule vicine in modo da formare una rete. Superiormente segue il pigmento della coroidea ed in tal guisa nel corpo ciliare della pecora è limitata un'area perfettamente chiara.

Nel bove il pigmento del corpo ciliare è in fibre ed in granuli con poche o nessuna cellula: Esso è molto abbondante e si dispone come nella pecora; solo debbo riferire che si addensa intorno ai grossi vasi e che, come dianzi ho detto, si dispone lungo le maglie della rete posta in vicinanza del ligamento pettinato, ed attorno a quello speciale fascio muscolare.

Nell'iride il pigmento è rappresentato da cellule aventi una colorazione tendente al giallo e formanti una rete elegante, le cui maglie abbastanza larghe si addensano nella faccia anteriore tanto che, guardando con debole ingrandimento il loro insieme si mostra come una sola linea frastagliata. In vicinanza della parete dei vasi abbondanti che percorrono l'iride, le cellule pigmentose si accumulano straordinaria-

mente, come si vede nella figura. Nella faccia interna l'iride è coperta da uno strato spesso di vero pigmento, il quale si porta un pò in avanti del forame pupillare, e che non è altro se non una continuazione di quello dei processi ciliari.

Fra i molti occhi di pecora da me esaminati mi è qualche volta accaduto di trovare nel centro della cornea trasparente, proprio in corrispondenza del forame pupillare, dei fasci di pigmento stivati fra loro ed occupanti la spessezza compresa dalla membrana di Deschemet alla congiuntiva. Ciò certamente fu un fatto isolato, che non autorizzerebbe a trarne sere conclusioni; ma, dal modo come il pigmento si dispone in questi animali, posso in generale asseverare che esso assume un'alta funzione nel processo della visione.

Le osservazioni fatte sulla retina di questi animali ancora non mi permettono di riferirle, per intero volendo principalmente rifare alcuni preparati, usufruendo del metodo della reazione del joduro di potassio sul cloruro di palladio, il quale metodo da tempo adoperato in questo laboratorio, per consiglio del Prof. Paladino, ha sempre dato buoni risultati, sia per le terminazioni nervose, sia per l'esame dei centri nervosi¹⁾. Noto solo per adesso il grande sviluppo delle *cellule visuali* (granulosa esterna) nella retina della pecora. In questo strato con le piccole cellule si vedono cellule ganglionari molto grandi munite di prolungamenti in numero di 2—3 o più. Queste cellule sono molto granulose ed hanno nucleo e nucleolo molto colorati, tanto che nell'aspetto attestano una loridezza ed un'attività massima.

Conclusioni.

Dalle ricerche su esposte si possono trarre le seguenti conclusioni:

- 1° Le fibre *del musculo circolare* o di Müller, che fino ad oggi si ritenevano mancare in tutti gli erbivori, esistono debolmente sviluppate nel bove.
- 2° Il m. di Brücke è poco sviluppato in entrambi gli erbivori da me studiati, essendo esso in gran parte sostituito da un tessuto di

¹⁾ G. Paladino, Di un nuovo processo per le indagini microscopiche del sistema nervoso centrale. Rend. della R. accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche. Fascicolo 1. Genuaio 1890.

connettivo fibrillare. Nella pecora però, in mezzo a quel tessuto si trovano piccoli fascetti muscolari decorrenti nel senso meridionale, e nel bove un gran fascio, che, intersecando il corpo ciliare, scende nell'iride.

- 3^o La *rete del corpo ciliare*, la quale è stato oggetto di varie interpretazioni e che fino ad oggi è stata ritenuta esistente in tutti gli erbivori, manca nella pecora.
- 4^o I *processi ciliari* sono molto sviluppati, massime nella pecora, ed in essi penetra una grande quantità di sangue: Ciò pare che sostituisca nella *funzione di accomodazione* la mancanza od il poco sviluppo del *musculo* di Müller.
- 5^o Il *constrictor pupillae* è enormemente sviluppato e sta in relazione con lo sviluppo dei *processi ciliari*. I *mezzi diottrici*, difatti, continuamente compressi dai *processi*, farebbero *ernia* per il forame pupillare se quel muscolo non li tenesse a posto.
- 6^o Il pigmento della sfera anteriore dell'occhio per il modo come trovasi disposto deve esercitare anche la sua influenza nel processo della visione in questi animali. L'epitelio congiuntivale e la sclera sono pigmentati nel punto in cui questa sta per divenire cornea trasparente. Queste parti si prolungano in basso, coprendo quasi per un terzo l'iride e limitando il campo all'entrata dei raggi luminosi nella camera anteriore dell'occhio.
- 7^o La *retina* della pecora presenta anche fatti importanti da notare, dei quali adesso riferisco solo il grande sviluppo delle *cellule visuali*, riservandomi a dare in seguito in altro lavoro ulteriori ragguagli.

Napoli, Istituto d'Istologia e Fisiologia generale della

R. Università. Ottobre 1890.

Bibliografia.

1. Rouget. Recherches anat. et physiol. sur les appareils erectiles. app. de l'adaptation de l'œil, chez les oiseaux, les principaux mammifères et l'homme. Comptes rendus de l'Ac. des sciences de Paris. An. 1856.
2. Heinrich Müller's gesammelte und hinterlassene Schriften zur Anatomie und Physiologie des Auges. I. Band. Gedrucktes zusammengestellt und herausgegeben von Otto Becker. Leipzig 1872.
3. Wende, Zur Anatomie des Ciliarmuskels. Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie. 1870.
4. Graefe A. und Saemisch Th., Handbuch der gesamten Augenheilkunde. Zweiter Band. 1874.
5. Schwalbe, Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane. 1883.
6. Würdinger, Ueber die vergleichende Anatomie des Ciliarmuskels. Zeitschr. f. vergl. Augenheilk. S. 121. 1890.
7. Straub, Notiz über das Ligamentum pectinatum und die Endigung der Membrana Descemeti, in: Ophthalm. Arch. 1887.
— Anterkening over het ligamentum pectinatum und die Endigung der Membrana Beschemeti, in: Arch. Ofthalm. An. 1888.
8. Cuccati, Contributo all'anatomia della retina del bue e del cavallo. in: Mem. Accad. di Bologna. T. 7. p. 201.

Spiegazione delle figure della tavola XIII.

- Fig. 1. Fascio muscolare nel corpo ciliare del bove. Ingrand. $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 2}$ Koristka. Colorazione al picrocarminato di soda.
- Fig. 2. Pigmento della congiuntiva $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 8}$ Koristka. Col. al pieroc. di soda.
- Fig. 3. Pigmento della sclera $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 8}$ Koristka. Col. picrocarm. di soda.
- Fig. 4. Pigmento del corpo ciliare $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 8}$ Koristka. Color. Ematossilina Böhmer.
- Fig. 5. Pigm. disposto attorno ad un vaso $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 8}$ Koristka. Color. con il carminio boracico.
- Fig. 6. Cell. visuali $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 8}$ tubo alzato Koristka. Col. pieroc. di soda.
- Fig. 7. Strato delle cell. visuali, ritratte in modo da vedere come esse si aggruppano $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 8}$ Koristka. Col. pieroc. di soda.
- Fig. 8. Figura schematica di poco ingrandita (pecora) a) corpo ciliare; b) processi ciliari; c) iride; d) cornea; e) sclera; f) pigm. della sclera; g) M. sfintere dell'iride.

JUN 16 1891

On the structure of cross-striated muscle

by

E. A. Schäfer, F. R. S.

Professor in University College, London.

(With pl. XV—XVII.)

Contents.

	page
<i>The present position of the question.</i> Consensus of opinion as to structural appearances. Sarcoplasm theory of Rollett. Reticulum-enchylema theory of Carnoy. Essential identity of leg- and wing-muscles of insects. Is the reticulum or sarcoplasm contractile or not? Consideration of the reticulum-theory of protoplasm. Structure of the protoplasm of the white corpuscle	178
<i>Appearances of the ordinary muscles (leg-muscles of insects).</i> Effect of focussing upon these appearances. Reasons for regarding the deep focal appearances as illusory	185
<i>Definition of terms: general results arrived at</i>	190
<i>Evidences of pre-existence of longitudinal elements.</i> The question of fibrillation considered. The longitudinal lines of the reticulum of „acid“ and „gold“ muscular fibres are the optical expression of planes of separation between muscle-columns or sarcostyles. The presence and nature of the sarcoplasm. Special characters of the „transverse networks“ of Retzius	192
<i>The structure of the wing-muscles of insects.</i> Their appearances in the fresh condition and after the action of reagents. Sarcous elements. Their tubular composition. Differences exhibited by the wing-muscles in the extended and contracted states. Reasons for regarding the isolated elements of the wing-muscles as equivalent to the sarcostyles or muscle-columns of the leg-muscles. Are the latter fibrillated? . . .	202
<i>Production of the cross-striae and their relation to the structure of muscle.</i> Striae of the wing-muscles. Their changes with extension and in contraction. Probable identity between contraction and retraction. Striae of the ordinary muscles. Influence of the sarcoplasmic enlargements on their striation. Changes in extension and contraction. Apparent reversal of striae in contracted fibre. The accessory disks	219
<i>Conclusions</i>	233
<i>Description of figures</i>	236

I do not propose in the present article to give a complete or monographic account of the structure of muscle, but rather to present a critical review of the present position of the question and to add such new facts and observations as may throw light upon obscure and disputed points in connexion with it.

The present position of the question.

The appearances of cross-striated muscle have of late been so carefully investigated, both in the living condition and after death, or after the action of reagents, that they may be taken to be well ascertained so far as they are revealed by the optical appliances of the present day. If the representations of living insect-muscle here given (Fig. 1 *A*, which is reproduced from the Philosophical Transactions of 1873, and Fig. 5 *A* and *C*) are compared with those given by Rollett (Denkschriften der Kaiserlichen Akademie, Wien 1885. Tafel IV. Fig. 21, and 1886, Tafel I. Fig. 15) and by Ramón y Cajal (International Journal of Anatomy and Physiology, Vol. V. Plate XIX. Figs. 1 and 2), it is at once evident that the same appearances are reproduced in all. The same identity is evident in the representations of the transverse section of *Dytiscus* muscle (compare Fig. 2, which is also reproduced from the Philosophical Transactions of 1873 and Fig. 16, with Fig. 1. Tafel I of the Biologische Untersuchungen of G. Retzius 1881; with Fig. 6. Tafel I of the above quoted paper by Rollett, 1886; and with Fig. 79 of van Gehuchten in *La Cellule*, Tome II, 1886). It is further evident in the transverse views of muscles from other Arthropods and Vertebrates (compare Fig. 15 with Retzius, op. cit. Tafel II. Fig. 41; Rollet, Wiener Denkschriften, 1885, Tafel III. Fig. 18 *a*, and 1886, Tafel I. Figs. 1 to 4; and various figures given by van Gehuchten, op. cit. and in a second paper *La Cellule*, Tome IV, 1888), and also in the longitudinal views of acid-prepared and gold-stained fibres, which abound in all the more recent of the above quoted articles and in many others of the last few years, such as those of Bremer, Melland and Marshall.

That there are certain minor differences between some of the

representations, does not detract from the substantial accuracy of the statement with which this paragraph commences.

Although that statement refers more especially to the ordinary cross-striated muscles, such as those which form the skeletal muscles of Vertebrates and the muscles which move the legs and body segments of Arthropods, it is none the less true for the remarkable variety of cross-striated fibre which serves to move the wings of most insects. The descriptions and representations, which are given by all recent authors, of the appearances of these fibres, which for the sake of brevity I shall in future refer to as the wing-muscles, are practically identical, and these appearances, it may also therefore be affirmed, are so far ascertained. Although in the case of most tissues and organs it is not difficult, if the microscopical appearances are distinct and are admitted by all who have given special attention to the subject, for a general consensus of opinion as to the actual intimate structure of the tissue to be arrived at, such consensus has been remarkably lacking in the case of cross-striated muscle. *Quot homines, tot sententiae* might indeed be taken as the motto of any article dealing critically with this subject. Nevertheless a tendency has been manifested within recent years for those who have investigated the question to become arrayed into two principal camps. Those which occupy the one camp (A) are indeed fewer in number, but since they include the names of Kölliker, Rollett and Ranvier, they must be admitted to form a very powerful combination; the other camp (B) includes by far the larger number of recent investigators, amongst whom may be mentioned more particularly Melland, C. F. Marshall, Carnoy, van Gehuchten and Ramón y Cajal. The fundamental idea of those investigators who occupy what I have termed camp A is the notion, (which must be eventually referred back to Schwann) that a muscular fibre is essentially composed of longitudinal elements (fibrils and muscle-columns, or groups of fibrils) which are continuous from end to end of the fibre, and which are united into the fibre by interstitial substance. The arrangement of this interstitial substance, in conjunction with the form and structure of the fibrils and muscle-columns, is the cause of the appearances of transverse and longitudinal striation

which are seen in muscle in longitudinal view, and of the reticular appearances seen in transverse view. According to the view taken by those occupying the other camp, a muscular fibre is not composed of fibrils and muscle-columns in the sense above mentioned, but is in its actual constitution composed of a uniform substance which is continuous throughout the length and breadth of the fibre, and which occupies the interstices of a reticulum pervading the whole fibre; the reticulum being composed of transverse networks which cross the fibre at regular intervals and produce the cross-striae of the longitudinal view and the reticular appearance of the transverse section, and of longitudinal filaments which unite the transverse networks with one another and produce the longitudinal striae of the longitudinal view. The pervading idea of camp B was started by Retzius (who now appears to have practically abandoned it) and its most powerful champions have been van Gehuchten and Ramón y Cajal. I suppose that I must myself be regarded as a pioneer of camp B since I expressed, in 1873, a similar opinion so far as the continuity of the principal part of the muscular substance is concerned, and also as regards the lack of pre-existence of fibrils and muscle-columns in the living muscle. These opinions were, however, founded on the appearances presented by the living muscular fibres of a single insect and although those appearances were described and depicted accurately, I have been long conscious that so limited a study of the subject was insufficient to decide a question which bristles with difficulty. For some years, therefore, I have held aloof from the conflict of opinion which has been carried on regarding this subject, making only such observations as opportunity from time to time afforded, and reserving any decision regarding the matter until I should find opportunity to re-investigate such points as seemed to require elucidation. This opportunity I have lately found, and as will presently appear, I have seen reason to modify my earlier expressed opinions.

Although the larger number of recent observers are ranged in camp B, there is by no means unanimity amongst them as to what is actually the contractile substance of the fibre, although most are of opinion that it is the network and not the inter-reticular substance.

The chief difficulty to this view is that presented by the structure of the wing muscles of insects, in which the so-called fibrils are very obviously the contractile part. This difficulty is attempted to be got over in various ways, viz: 1. by denying the fact that these fibrils are contractile (Ramón y Cajal); 2. by looking upon them as representing the longitudinal part of the assumed reticulum (van Ge-huchten); 3. by regarding these muscles as a form of contractile tissue *sui generis*, and not in any way comparable to the ordinary tissue; and 4. by the simple plan of ignoring the difficulty altogether. It will, however, I think appear that none of these expedients are of any avail; for the essential correspondence in structure between the two kinds of fibres cannot be overlooked when they are rigidly compared with one another¹). It is a well-known fact that, in many insects, the wing muscles in place of being of the usual obviously fibrillar type, approach near to or are even identical in structural appearance with the ordinary muscles of the limbs²). On the other hand, in some insects, the leg-muscles have, even in the living condition, so markedly fibrillated an appearance and so large an amount of granular interstitial substance (*vide* the portion of muscle shown in Fig. 3) as to approach the appearance of the ordinary wing-muscles, and doubtless a full investigation would disclose a complete series of transitions between the two. It is clear therefore that any essential structure that is possessed by the one kind of cross-striated muscle must be found in the other kind; hence it follows that if the network, which, in the opinion of most of the authors belonging to camp B, is the truly contractile part of the ordinary muscles, is represented by a non-contractile interstitial substance in the wing-muscles while, on the other hand, the part of those muscles which corresponds to the inter-reticular substance of the leg-muscles is demonstrably contractile, the opinion in question necessarily falls to the ground.

¹) It is difficult to understand why Rollétt (Wiener Denkschriften, Bd. 51. S. 62) should regard the wing muscles as in no way comparable to the ordinary muscles, since their structure affords a most complete confirmation to the view which he has taken of the general structure of muscle.

²) For the evidence of this, see Aubert, Zeitschr. f. wiss. Zool. 1853; quoted and added to by Kölliker, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 47. 1888. pp. 690, 691.

The same remark would not apply if the inter-reticular substance of the leg-muscle (assuming that substance to be continuous throughout the fibre) were regarded as the contractile part, because this substance certainly corresponds with the obviously contractile „fibrils“ of the wing-muscles, and it might be alleged to be of the same nature, only not naturally divided up into „fibrils.“ This view, which was, in fact, the position taken by me in 1873, does not appear to have been adopted by any of the more recent advocates of the reticulum-theory, who have, in investigating the structure of muscle, been mostly by their own showing¹⁾ directly influenced by the views regarding the structure of protoplasm which have been of late years so zealously promulgated by Carnoy and others belonging to the Louvain School. According to these views all protoplasm is essentially composed of a contractile *reticulum* which contains in its meshes a passive *enchylema*. Starting from this basis, it is a simple matter to argue that since muscle is derived from cell-protoplasm and possesses so markedly the contractile function, it should therefore exhibit a well-marked reticulum, which must, of course, by the terms of the original assumption, be the contractile part of the fibre. And it is equally easy to carry the analogy further and to argue that since the enchylema of protoplasm is a continuous substance occupying the meshes of the reticulum, therefore the inter-reticular substance must be of the same homogeneous nature as that enchylema.

Does protoplasm contain a contractile reticulum?

It may be worth while, then, as bearing upon the present question, to digress for a moment and examine the evidence upon which these views, which regard distinction into the reticulum and enchylema as essential to protoplasm, rest. It may be at once admitted that many, perhaps most cells exhibit a structure which may be thus described. The point to be determined, however, is not whether it exists in any cells or even whether it is widely distributed, but whether it is

¹⁾ Van Gehuchten, Dedication of first article.

Melland, Quarterly Journal of Micr. Science 1885. p. 371.

Marshall, Quarterly Journal of Micr. Science 1887. p. 75.

universal and an essential element in the structure of living substance. *Primâ facie*, it seems, at the least, improbable that the gliding protoplasm of the vegetable cell, of the Rhizopod pseudopodium, of the white blood corpuscle, freely carrying along with it in its rapid streaming movements, solid granules even of large size, should have such a preformed structure as this theory supposes. We should have to assume a constant breaking down and re-formation of the structure with every movement of a granule, and the terms „structure“ and „preformed network“ become either simply unmeaning or even misleading terms. Nevertheless, if such a structure does really exist in actively contractile cell-protoplasm, these difficulties of comprehension must be either got over, or left untackled until our knowledge of the physics of the cell substance has become more extended. But can the reticulum really be proved to be a constant element in amoeboid protoplasm?

So far as I am aware no evidence has been offered to show that such actively motile protoplasm as that which lines the cells of *Valisneria* or forms the ectoplasm of *Amoeba*, or the pseudopodia of the white blood corpuscle does actually possess the structure which is considered essential to the living substance of the cell by many cytologists of the present day. I have, however, thought it well to test the question by a careful investigation of such protoplasm, examined both during life and after fixation in the living condition. With this object I have selected, as being the most readily available and of sufficient dimensions for the purpose, the white blood corpuscles of the newt (*Triton cristatus*). These, in preparations of blood made either without addition of other fluid, or with the addition of a small quantity of salt solution only, I have most carefully observed with a Zeiss's apochromatic oil immersion of 1,30 aperture and 2 mm. focal distance, with compensating oculars from 4 to 12, giving an ultimate magnification of about 1500 diameters. Although the corpuscles soon become spread out on the coverglass and their thinned out pseudopodia are in the most favourable condition for observation, I have not been able to detect in these processes a trace of reticular appearance. The main part or the body of the cell, situate around the nucleus, has frequently, apart from the conspicuous granules which characterize

some of the cells, a granular appearance which may be interpreted either as punctated or reticular, according as the attention is directed more to the apparent granules or to the interstices between them. But in the thinned-out pseudopodia nothing of this can be seen. These, and the actively moving margin of the cell from which they spring, look perfectly glassy and homogeneous, and their limits are often difficult to define against the serum by which they are externally bounded. On the other hand, the intra-nuclear network is quite distinct.

If now the corpuscles be instantaneously killed by the momentary application of a jet of steam to the cover-glass upon which they are flattened out, they are observed to retain absolutely the form and general appearance which they exhibited during life. The intra-nuclear network is distinctly visible, the central protoplasm has the same punctated or reticulated appearance, the marginal protoplasm and pseudopodia remain absolutely clear, and to all appearance structureless (Fig. 4). And it is precisely the same with the subsequent application of fixing reagents and the staining of the cells by haematoxylin and other dyes. The reticular structure of the nucleus is beautifully shown, the granules of the central protoplasm are more or less stained, the staining of the marginal protoplasm and of the pseudopodia, although faint, is uniform; it reveals no trace of a reticulum and enchylema ¹⁾.

¹⁾ Stricker, (Arbeiten a. d. Institute f. allg. u. exper. Pathologie, 1890) has recently published a photograph of a white corpuscle of *Proteus anguineus* taken instantaneously by the electric microscope. The corpuscle is nearly spherical but has one small rounded pseudopodium projecting beyond the body of the cell. The main cell-substance exhibits a beautifully reticular appearance but the pseudopodium appears entirely devoid of structure.

Bütschli (Heidelberg Verhandl., 1889 und 1890) who looks upon the reticular appearance of protoplasm as due to the fact of its being actually formed of a sort of froth (? emulsion) produced by the intimate commingling of two dissimilar fluids, and who adduces a large number of observations in support of this view, nevertheless admits that it is impossible to observe this structure in the ectoplasm and especially in the pseudopodia of many protoplasmic organisms. He nevertheless is of opinion that it may be present here also but that the spreading out of the protoplasm into the pseudopodium has reduced the protoplasm to such a degree of tenuity that its structure has become invisible. This explanation cannot however be accepted; because there is a sharp line of demarcation between the reticulated or punctated cell-substance and the pseudopodial protoplasm, and not the gradual shading off of the

And if this contractile cell-protoplasm offers no such structure, the argument, which would affirm that the muscular substance must have this structure on account of its origin from, and essential identity with protoplasm, necessarily falls through ¹).

The battle as to the real structure of muscle must be fought, therefore, on its own merits, and is not to be settled by *a priori* reasoning. We must, in fact, endeavour to arrive from a consideration of the structural appearances of muscle itself, living and dead, altered and unaltered, at a decision of the question whether the muscular substance is a continuous whole which is pervaded by a regularly meshed network, or whether it is discontinuous, that is to say, columned or fibrillated.

In stating that a decision between these two views must be made, I do not wish to ignore other views regarding the interpretation of the structural appearances of muscle which have, from time to time, been put forward. But since at the present moment the controversy is practically between the two theories above mentioned, it seems best to avoid burdening the subject by discussing others of less importance, although there may be occasion briefly to refer to some of them later on.

General appearances of the ordinary muscles (leg-muscles of insects).

I have already said that the appearances of muscle in the living state and after the influence of reagents are admitted practically by all investigators. Confining our attention for the present to the ordi-

one into the other which would be observed if Bütschli's explanation were a valid one. In the absence therefore of any evidence to the contrary, pseudopodial protoplasm must be still looked upon as devoid of structure, and since this is the most actively moving part of the cell-substance, it cannot well be maintained that the reticular structure is essential to amoeboid movement.

¹) The absence in the *Amoeba* of a reticulum which could be brought into view by treatment by the acid chloride of gold method was proved by Marshall, who appears to have made the experiment in the hope of finding, by a positive result, support for the idea with which he started, that muscle should possess a contractile reticulum corresponding with the reticulum of ordinary protoplasm. His failure to obtain the expected result does not, however, appear to have led him to abandon the idea which prompted the investigation.

nary muscles, it is conceded that even in the living condition the tissue exhibits fine longitudinal lines which under favourable conditions may be seen to run continuously from end to end of the fibre (Fig. 5 *A*). These lines most commonly have enlargements upon them at regular intervals corresponding with the position of the clear transverse stripe, and the enlargements are usually double, i. e., are disposed in double rows in the clear stripe. Sometimes there is a distinct interval between each two enlargements, occupying the middle of the clear stripe, often this is absent and the double rows of enlargements touch one another in the middle of the clear stripe or even blend into a single row. The ordinary appearance of these muscles is represented in Fig. 1. It will be seen that the continuity of the longitudinal lines is here somewhat masked, near and between the enlargements, by the peculiar effect which the enlargements produce upon the light¹⁾; but they can often even in the living fibre be seen to be continuous (Fig. 5 *A*) and after treatment with acid the continuity is very conspicuous (Figs. 6 and 24).

If the muscular fibre be treated with dilute acid, either while still fresh, or as Rollett recommends, after they have been a short time in alcohol, the ordinary dim and bright cross-striation of the fibre almost or entirely disappears, the muscular substance becomes clear, and the longitudinal lines with their enlargements are rendered very distinct (Figs. 6, 10, 24). A fine transverse line is now seen passing exactly across the middle of what was previously the bright stripe, and lying between the double row of dots. In fibres such as those of *Dytiscus*, *Vespa* and *Bombus* which have the transverse section shown in Figs. 2 and 16, the double rows of dots are replaced, when the middle plane of the fibre, with its longitudinal series of central nuclei, is exactly in focus, by double transverse lines of a thickness corresponding to the size of the apparent dots (Fig. 5 *B*). This appearance of the middle planes of these fibres is not correctly represented by any of those who have described the structure of insect muscle, being, so far as I can find, always delineated of the same appearance

¹⁾ The causes of this masking will be afterwards referred to.

as the planes above and below it¹). Nevertheless, the consideration of the transverse section (Fig. 2) renders it at once evident that the middle planes must have an entirely different appearance from those above and below, and, in fact, this is so in all fibres of this kind, i. e., with a radial arrangement of the muscle-columns, as can readily be seen, not only in the acid preparation, but also in the fresh tissue (see Fig. 5 *A, B, C*). In fact, at the middle plane the longitudinal lines can no longer be distinguished and the place of their enlargements is taken by transverse lines, double when the rows of dots of other planes are double, single when these rows are blended into one. In fibres having the other kind of transverse section before referred to, i. e., with a polygonal meshed network (e. g. Fig. 15) the dots appear laterally united on slightly altering the focus up or down: this again can be easily understood from a consideration of the transverse section.

If muscle which has been treated with acid be placed in chloride of gold and the latter subsequently reduced by formic acid (ordinary gold method) the longitudinal lines with their apparent enlargements and also the transverse lines which unite these enlargements are coloured by the reagent, the substance between the lines remains colourless. The appearance produced is that of a violet reticulum pervading a colourless matrix.

I do not think that the statements hitherto made are subjects of controversy. Except, perhaps, in one or two minor points of detail, they are admitted by all. Rollett, it is true, has described the duplicate enlargements which are seen as dark dots on the longitudinal lines of the living fibre as being only observed at a high focus, and he states that when the microscope is focussed downwards both these dots and the longitudinal lines become clear, and a line of single dark dots alternating with them becomes visible in the middle of the bright stripe. This difference of appearance at high and low focus, I had myself previously remarked and described²), but I had been led to

¹) Compare Rollett, Fig. 11 *b*, in Wiener Denkschriften, Bd. 51; and Melland loc. cit. Fig. 1.

²) Quain's Anatomy, 9th Edition. p. 123.

take a different view of the two appearances from that which has been taken by Rollett. For whereas Rollett, if I rightly comprehend him, looks upon the dark appearance of the longitudinal lines of interstitial substance and their enlargements as being due to their being out of focus, I am of the opinion that they appear thus in the true focus, and that the appearance often seen in deeper focus is illusory. For in the first place, if we choose a fibre in which the enlargements of the longitudinal lines are double, the most superficial part of the fibre for a certain depth always has the appearance shown in Fig. 5 *A*, when it is *exactly* in focus. (It can be determined when this is the case, by focussing one of the fine ramifications of the tracheae which lie on the surface of the fibre and then sinking the objective ever so little). This is the part of the fibre which can be observed most easily and with least obstruction or interference; all other parts have to be seen through this and their appearance is thereby liable to become modified. Consequently it is probable that the appearance of this superficial part is really the true appearance of the muscle.

Secondly, if the fibre is small and well and evenly stretched with the planes of the transverse striae exactly parallel with the axis of the microscope tube, the dark, duplicate appearance of the dots can be seen through the whole thickness of the fibre. But if the planes of the transverse striae are inclined to the axis of the microscope, then when the deep parts are focussed an intermediate line of dark dots makes its appearance (Fig. 5 *C*). This can be produced also in the former case, viz: with exactly parallel planes, if the light be sent from the mirror so as to pass obliquely through these planes. Thus Fig. 21 *A* and *B* are two views of the same fibre, taken without altering the focus, but in the one case *A*, with light passing straight between the striae, in the other case *B*, with light thrown from the mirror obliquely to the planes of the cross-striae; the appearance shown in *B*, seems therefore to be illusory. This point can be illustrated in an artificial arrangement of parallel pieces of plate glass, fixed at regular intervals from one another. If a beam of light be thrown through such an arrangement parallel to the planes of the

glass plates, the shadow of these upon a screen shows alternate dim and bright stripes. But if now the arrangement be tilted so that the beam of light passes through it somewhat obliquely to the planes of the plates, a dark line makes its appearance in the bright stripe. I mention this experiment, not thereby intending to imply that the arrangement of plates is to be taken strictly as a model of muscular structure, but in illustration of the fact that the appearance of an intermediate line can be optically produced without the actual presence of an intermediate structure.

Thirdly, the duplicate appearance comes out with the greatest clearness in the acid muscle, and can here always be followed through every focus. The place of the dark dots, represented by Rollett in the middle of the clear stripe, is occupied in every focus merely by a fine transverse line (Figs. 6, 24). From the alteration which the muscular substance has undergone in swelling by the acid, the optical conditions are altered and the former results, shifting with the focus, are not obtained. From this also therefore we may infer that the deep focus appearance of the living and alcohol fibre is illusory, and that the superficial focussing gives the truer image of the muscular structure.

For the rest it is not easy to understand why Rollett should regard his deep focus appearance (similar to Fig 21 *B*) with a large dark dot in the place of *Z* (*Zwischenscheibe* or intermediate disk of Engelmann, transverse membrane of Krause) as representing the true structural appearance. For it is clear that what will be a deep focus for the superficial plane of the fibre is a high focus for another plane, and so on. If the question were one of high and low focus of a single optical plane of the fibre, there should always be seen, except with the surface foci, a mixture of the deep and superficial focal appearances, which would result in a general blurring of the image. But, of course, this result is not obtained. Nor is the large, dark single intermediate dot obtained in single „fibrils“ isolated from alcohol and osmic preparations, (Fig. 23). All that is seen in these when the „fibril“ is sufficiently extended is a very fine transverse line which may be reduced to a minute dot, but is by no means the conspicuous element of the „fibril“ represented in Rollett's figures. Its

meaning will be clearer when we have considered the structure of the wing-muscles.

Without at present further burdening the subject by discussing points of detail which are, after all, not material, let us come back to the main question, which, in its ultimate form, is simply this. „Is a muscular fibre composed of longitudinal elements or not?“ Before proceeding to answer this question it is necessary to define the terms which I shall have to use, although in doing so I shall be compelled, in a measure, to state the ultimate conclusions at which I have arrived. But unless a clear definition of terms precedes any description of this tissue, it is very possible that the meaning of any statement may be entirely misconstrued. For example, while Rollett uses the term *fibril* in the sense in which it was originally and is usually employed, van Gehuchten and Ramón y Cajal denote by the same term the substance which lies *between* the fibrils of Rollett, or at least between groups of his fibrils.

General conclusions arrived at. Definition of terms.

The main substance of a muscular fibre, the part which exhibits alternating dim and bright cross-striae, and which remains unstained when treated by the ordinary acid-gold method, is separable into longitudinal elements. These have often been termed *fibrils*, but in some muscles they themselves appear *fibrillated*: they are therefore better termed *muscle-columns* (Köl liker) or *sarcostyles*.¹⁾ The muscle-columns are separated from one another, and at the same time united together to form the fibre, by an inter-columnar material which, with Rollett, I shall term *sarcoplasm*. Certain enlargements of this sarcoplasm form *transverse networks* which appear as such in cross-sections of the fibres, but in longitudinal view look like rows of dots.

The rest of the sarcoplasm gives in longitudinal view the appearance of longitudinal striae. A fine membrane crosses each muscle-column at regular intervals corresponding with the middle of the

¹⁾ *σαρκῆς*, muscle; *στῖλος*, a column.

bright striae. These I shall term *Krause's membranes*, *intersegmental membranes*, or simply *transverse membranes*. By these the sarcostyle is divided up into segments (*sarcomeres*). In the fresh muscle each segment shows a broad *dim band*, occupying the middle of the segment and narrower *bright bands* lying next to the intersegmental membrane. The dim band may have a lighter or darker streak passing across its middle; this is *Hensen's stria*. Alcohol-preparations of muscle show the segment to be composed of a solid-looking mass of sarcous substance which stains deeply with haematoxylin and other dyes, and of a clear substance which remains unstained. For the former, which corresponds generally to the dim band of the living muscle, the name *sarcous element* may conveniently be retained, since there is little doubt that it was these elements, forming by their linear concatenation the sarcostyles (the so-called „fibrils“), that were seen and described by Bowman under that name in 1840. The substance of the sarcous elements (*chromatic substance*, *sarcous substance*, *anisotropic substance* of authors) can be shown, at least in the wing-muscles, to be pierced by fine longitudinal tubules: the longitudinal striation which these tubules produce has usually, but erroneously, been taken to indicate that the sarcostyles are composed of fibrils.¹⁾

At either end of the sarcous element and separating it from the inter-segmental membrane is an interval, occupied by a substance which remains completely unstained by reagents which give a deep coloration to the sarcous elements. It may be termed the *clear substance* or *hyaline substance* of the segment. It is very variable in amount relatively to the sarcous element, being sometimes present in so small a quantity that the sarcous elements are almost in contact with the intersegmental membranes, at other times occupying as much space in the segment as the sarcous element itself. It appears more extensive with the stretching of the fibre. It is opposite this clear part of the segment that in the ordinary or leg-muscles the transverse-net-

¹⁾ As already mentioned, the term „fibril“ has been frequently applied to the muscle-columns or sarcostyles themselves and specially to those of the wing-muscles („wing-fibrils“). It will be best therefore to discard the use of the term altogether.

work enlargements of the sarcoplasm occur. In the wing-sarcostyles a faint longitudinal striation can be detected in it.

We may now return to the consideration of the question,

Are there grounds for believing that longitudinal elements (muscle-columns) pre-exist in the muscle-fibre?

I do not see how this question can be answered otherwise than in the affirmative. For in the first place it is admitted that after death of the tissue, and after fixation by many reagents, the substance of the fibres even of the ordinary muscles can be split up into longitudinal elements. Why this should be so if there is no pre-existing structure of the kind, I, for one, entirely fail to comprehend. In any case the *onus probandi* rests upon those who affirm the absence of such pre-existence and the difficulty of proof is evidenced by the different explanations which have been offered for the phenomenon. Thus while most of those who hold the reticulum-enchylema theory of muscle-structure conceive that the fibrils of alcohol-hardened muscle are produced by an artificial splitting along planes which include the longitudinal lines of the so-called reticulum, van Gehuchten maintains that the splitting is *between* those lines, and that the alcohol fibrils are the longitudinal fibrils of the reticulum *plus* a greater or less amount of the inter-reticular substance which has become precipitated on those fibrils!

In criticising these explanations, it may be remarked that the first is, at least, not inconsistent with the actual fact, viz: that the splitting into muscle-columns passes through the longitudinal lines of the apparent network. This can be seen if an alcohol preparation which exhibits the muscle-columns, but in which the sarcoplasm (reticulum) is invisible or obscure except as clear lines between the columns, be taken and dilute formic acid cautiously added. The sarcoplasm comes out in the form of dark lines *between* the muscle-columns: these dark lines are the longitudinal lines of the so-called reticulum. They are not, therefore, enclosed *within* the muscle-columns as van Gehuchten affirms. But although the first view is so far consonant with the

facts, there would still be a serious difficulty in understanding why the existence of mere linear streaks of what is unquestionably material of the softest and most labile nature should tend to cause so regular a cleavage as that which occurs in muscle. But if as will presently appear, these apparently linear streaks are in reality the optical expression of longitudinal planes intersecting one another, there need be no call for such an effort of comprehension as the reticulum theory requires. On the other hand, the failure of the crushed living fibre to break up into longitudinal elements is not a serious difficulty to the pre-existence theory. For if it be assumed that the substance of the muscle-columns during life is of a soft or semi-fluid nature, that they are bounded only by a delicate pellicle, and that the inter-columnar substance or sarcoplasm, although chemically different, is also semi-fluid or fluid and in very small amount, it is only to be expected that on the rupture of the sarcolemma by crushing or manipulation, the semi-fluid substance of the columns would tend to flow out, as is actually seen to be the case.

It is, however the wing-muscles of insects which unquestionably afford the firmest support to the pre-existence theory and the strongest evidence against the reticulum-enchylema hypothesis. I have already explained why these muscles cannot be left out of consideration or treated as a form of contractile tissue *sui generis*, but must be looked upon as a variety of true cross-striated muscle which in all essential points agrees with the more ordinary variety. They are composed of muscle-columns or sarcostyles, which themselves show indications of longitudinal striation, and which are separated from one another by inter-columnar substance or sarcoplasm, agreeing with that of the ordinary muscles in the manner of its behaviour to reagents and gold-staining, and only differing in its relatively larger amount and in containing larger and more obvious granules. Being thus present in considerable quantity in the interstices of the sarcostyles, it presents no distinct enlargements corresponding with the dots and transverse networks of the ordinary fibres, although it is clear that wherever the sarcostyles are constricted, as they are liable to be opposite the inter-

segmental membranes, the sarcoplasm will here be present in larger amount.¹⁾

Assuming then that the muscle-columns or sarcostyles which are seen in preparations of the dead tissue, and in the wing-muscles even during life, represent pre-existent longitudinal elements, the question still remains to be answered, „Are these elements themselves further divisible?“ In other words „Are the sarcostyles fibrillated?“

In answer to this question it may be stated that it is impossible to detect fibrillation in the fresh condition, but that an appearance of longitudinal striation, which has usually been taken to indicate fibrillation, can sometimes be made out in the sarcostyles of dead muscle after the action of fixing reagents (alcohol, osmic acid, chromic acid). But the appearances of the transverse section of some leg-muscles, e. g., *Hydrophilus*, vide Rollett, 2nd communication, Fig. 3 and those of both the transverse and longitudinal views of the sarcous elements of the wing-muscles, Figs. 28 to 37, render it extremely probable that in all cases this appearance of fibrillation is really due to a tu-

¹⁾ No one has followed out the points of correspondence between the so-called reticulum of ordinary muscle and this inter-columnar substance of the wing-muscles more satisfactorily than Ramón y Cajal (op. cit.), who shows them to be morphologically equivalent to one another. And his figures of the transverse section so clearly show the muscle-columns completely surrounded by sarcoplasmic substance that one marvels to find that so practised a histologist could arrive at any other conclusion than that the muscle substance is divided up into cylindrical columns, separated by that substance. Doubtless, however, the conclusion he arrived at (vide antea p. 181) is due to the attitude of mind in which he approached the subject of the wing-muscles. Having apparently from the study of the much more obscure structure of the ordinary muscles, come to the decision that the fibre is composed of a contractile reticulum enclosing a continuous non-contractile enchylema in its meshes, and that except in the reticulum there are no pre-existent fibrils present in the muscle substance, he is prepared to find that in the wing-muscles also the part which he rightly shows to be equivalent to the reticulum is the contractile part and that the inter-reticular substance (muscle-columns, sarcostyles, „wing fibrils“ of authors) is continuous throughout the fibre, that is to say, is not naturally in the form of separate columns and is non-contractile. Had Ramón y Cajal examined the wing-fibres of insects in the living condition, in a drop of white of egg, in the manner long since recommended by Merkel (Arch. f. mikr. Anatomie, Bd. IX and Bd. XIX), he would have had no difficulty in convincing himself 1. that the muscle-columns are pre-existent, 2. that they are contractile, 3. that the sarcoplasm is not contractile; and would thus have avoided the double error into which he has been betrayed.

bulated structure of the sarcostyles and especially of the sarcous elements, rather than to their being composed of bundles of fibrils. These appearances will be considered at length when the structure of the wing-muscles is discussed.

The conclusion, therefore, is that there are reasonable grounds for believing that transversely and longitudinally striated sarcostyles actually pre-exist in muscle.

Closely interwoven with this point, and at the basis, in fact, of the whole subject is the next question, viz:

Are the longitudinal lines which are seen in acid- and gold-preparations of muscle actual filaments, or are they the optical expression of planes of separation between the muscle-columns?

Upon the answer to the question above propounded, the main matter in dispute practically turns. Those who uphold the reticulum-theory naturally answer in one way, those who believe in the sarcostyle theory in another. It is, however, a question of fact and not of theory and is capable of receiving a definite solution.

This solution may be arrived at in three ways, as follows: — 1. By observing the behaviour of the apparent filaments in the longitudinal view of the muscular fibre when the focus is carefully changed. If they are merely filaments and not planes, which are liable to run obliquely to the optical axis of the microscope, they may become altered in appearance by raising or depressing the objective, but they will not shift laterally and so pass gradually into others situated in higher or lower horizontal planes: on the contrary, they will be abruptly supplanted by others as the latter come into distinct focus. But they do, in fact, constantly shift gradually with the focus along with the enlargements or dots into which they pass. The dots, since they are admitted by all to be merely the optical sections of the fibres of a transverse network which has either radial or polyhedral meshes, must of course thus shift: the fine longitudinal lines unquestionably accompany them. It is difficult to follow this lateral shifting in the living muscle on account of the extreme indefiniteness of the lines in this condition; but in preparations stained with chloride of gold and in

acid-preparations, either unstained or afterwards stained by safranin (which colours the reticulum), there is no great difficulty, if a sufficiently high power and delicate adjustment be used, in satisfying oneself of the fact. This is particularly clear in such pieces of muscle as those shown in Fig. 12, which are from muscles which have been broken up after slight staining with gold, followed by prolonged action of formic acid. At the first glance and when only one plane of the reticular looking structure is observed, as represented in the figures, the fragment, and especially its outlying and partially separated elements, seems to furnish support to the reticulum-hypothesis. But on focussing gradually the lines shift laterally into others above and below¹⁾, and they are therefore certainly planes and not mere filaments.

2. By observing the longitudinal lines in minute portions of reticulum which are deeply stained by gold and from prolonged action of formic acid are completely isolated. Under these circumstances, if the longitudinal lines are mere filaments, they can appear as *lines only*, however carefully they are observed, or however highly they are magnified. If, on the other hand, they are formed of interstitial (inter-columnar) substance, they will sometimes show lamellar extensions or have a certain raggedness of outline due to the rupture of such extensions. This appearance of lamellar extensions can, in fact, sometimes be observed in fragments of the leg-muscles of insects which have been thus treated (Fig. 13 A and B), and the question is thus again answered in disfavour of the reticulum theory.

3. By observing the behaviour of the transverse networks which are seen on the separated disks of gold- and acid-treated muscle, when the focus is carefully changed.

The general appearance of these disks is well known. They are formed by a separation which may occur across the fibre at various levels. Those which have been by far the most abundant in my preparations have been produced by a separation exactly in the middle of the bright striae, between the double rows of dots, and corresponding precisely to the situation of the inter-segmental membrane (mem-

¹⁾ This cannot, of course, be shown in the figures.

brane of Krause). Such disks, when seen edgewise have the appearance shown in Fig. 14; when seen on the flat they present the aspect shown in Figs. 15 or 16. The most striking point about the view on the flat is that a well marked network, having either radial or polygonal meshes, according to the source of the fibre which is being investigated, is seen upon both surfaces: this fact can easily be determined by focussing, and is universally admitted. To the consideration of this network I shall have again to come back. But for the present purpose the only point necessary to be determined is whether a similar network is visible in every plane by focussing through the whole thickness of the disk.

It is much more difficult to determine this point satisfactorily than might at first sight appear. For the strong networks of the surfaces interfere with a clear view of the intermediate parts of the disk, and tend to obscure any delicate net-like appearance which might there be exhibited. Rollett, who admits the difficulty, yet states that he has been able to make out the same pattern but with extreme fineness of lines, through every depth in these disks. Ramón y Cajal¹⁾, on the other hand, denies that anything but fine dots, which he looks upon as the optical sections of the longitudinal fibres of the reticulum, can be seen between the surfaces. My own observations confirm the fact that fine dots can be observed scattered over the optical section of the intermediate part of the disk, but these dots are situated at the nodes of a very delicate network, and this in every plane of the disk except close to the surfaces, where the coarser network is visible. One network passes gradually into another as the focus is raised or lowered, they must, therefore, be the optical effect of longitudinally running septal planes and the transverse networks near the surfaces of the disks must be enlargements on these.

The question, therefore, which has been propounded is answered by all the methods in favour of the sarcostyle- and against the reticulum-enchylema-theory.

Although the answer which must, as I believe, be given to these

¹⁾ Op. cit. p. 210.

questions is wholly in favour of the pre-existence of muscle-columns and of the presence of planes of separation between them, so that on the main question, those which I have designated as belonging to camp A must be adjudged to be in the right, there yet remain a number of subsidiary questions which require to be answered. Assuming the pre-existence of muscle-columns to be proved, it might yet be affirmed that we have no evidence of the presence in the ordinary muscles of any material such as the alleged sarcoplasm between them. For the longitudinal lines which are seen may be merely due to the juxtaposed surfaces of the muscle-columns, which are probably bounded like those of the wing-muscles (subsequently to be described) by a delicate membrane. The answer to this allegation is to be found in the fact that sometimes in the ordinary muscles (e. g., grasshopper, Fig. 3) always in the wing-muscles, and to a remarkable extent in the fin-muscles of Hippocampus¹⁾, the sarcoplasm is in considerable amount between all parts of the sarcostyles, and it may reasonably be inferred that it is always present normally, although it may be so to a relatively slight degree.

It might further be possible, the presence of inter-columnar substance or sarcoplasm being taken as proved, that a reticulum of the kind which has been described might nevertheless be also present imbedded in the sarcoplasm and staining more decidedly than that material with chloride of gold. This possibility, so far as I know, has not been considered, or at least has not been put to the test, by any authors who have written upon the structure of muscle.²⁾ Nevertheless, it is perfectly conceivable that this might be the case, and that the different accounts which have been given of the structure of muscle might be reconciled by supposing that the various writers have been led to take one or other view of the matter, according to the degree to which one or other part of the combined structure was accentuated in their preparations or perhaps in their thoughts. The

¹⁾ Rollett, Arch. f. mikr. Anat. Bd. 34.

²⁾ Kölliker (op. cit. p. 705) speaks of the longitudinal lines seen in acid- and gold-muscle as being „somewhat firmer parts of the sarcoplasm“, but adduces no evidence in favour of this supposition.

wing-muscles certainly lend no support to the idea, for there is here no appearance whatever of fibrillation within the sarcoplasm: the only formed elements that are visible in it (besides the nuclei) being peculiar rounded or angular granules which are frequently set in rows between the muscle-columns and which stain deeply with chloride of gold. Nevertheless it might still be that although the essential structure of the wing-muscles and of the ordinary muscles is the same, i. e., consisting of striated sarcostyles embedded in a sarcoplasm-matrix, there might be an additional structure non-essential to contraction, but in some way advantageous to the particular mode of action of the tissue, developed within the ordinary muscles. The appearances of acid- and ordinary gold-preparations might be interpreted in favour of the existence of such a special reticulum imbedded in the sarcoplasm, but they may also be equally easily interpreted in favour of the view that the lines and dots of the apparent network are merely thickenings of the ordinary sarcoplasm.

The transverse networks of the leg-muscles.

There is, however an appearance, which I have sometimes obtained, which is in favour of the view that the *transverse networks* are different in their chemical nature from the rest of the sarcoplasm.

The appearance referred to is represented in Fig. 17 *a* and *b* in a longitudinal view of a beetle's muscle, and in Figs. 16, 18, in a transverse view, i. e., as seen on the surface of a disk. The preparation in which these fibres occurred, was made by the vinegar-gold-formic method. A portion of the insect was first placed in vinegar for a few minutes, then transferred to chloride of gold (1%) for an hour, and afterwards left exposed to the light in dilute formic acid (about 1 in 500) for 24—48 hours. In a tissue thus treated, the relative extent to which its several portions have been submitted to the action of the preliminary acid and of the chloride of gold is necessarily very different at different depths. The superficial fibres are naturally acted upon most completely and for the longest time: to the deeper parts both the acid and the gold take longer to penetrate, and these are,

therefore, under the influence of the reagents a shorter time. Finally the deepest parts of the tissue are not reached at all by the chloride of gold. At the junction of those parts of the muscle which have not been touched by the gold and those which have been reached and have undergone the ordinary staining, there will be a certain number of fibres to which the gold has only just penetrated, a part only of a fibre exhibiting gold staining. Whether the preliminary acid reached these fibres before the gold chloride penetrated to them, it is impossible to say. It is precisely in these fibres which have evidently been only just reached by the gold solution, that the appearance shown in Figs. 17 and 18 is sometimes obtained. This appearance is very striking. The double rows of dots which, in the longitudinal view (Fig. 17) represent the sections of the transverse networks, are darkly stained by the gold so as to appear almost black. All else, including the longitudinal lines of the sarcoplasm, is absolutely clear and colourless. In the surface view of the transverse networks the fibres of these networks, so far as the gold has penetrated and become deposited in them, are also violet black (Fig. 18). Under the sarcolemma the dark lines end abruptly, the sarcoplasm which is described by Rollett as lying immediately within the sarcolemma, as well as that which lies between the muscle-columns elsewhere, shows no trace of staining.

I do not know how otherwise to interpret these appearances than by the supposition that the transverse networks are not merely accumulations of the ordinary inter-columnar sarcoplasm, but that they contain in addition a substance having chemical peculiarities different from the rest of that sarcoplasm. What this difference may be due to, it is not at once easy to say, but the extreme affinity which they exhibit for the gold salt may perhaps point to their representing the remains of the granular protoplasm of the original formative muscle cell. The fact that they are continuous with the protoplasm around the line of central nuclei is in favour of this view, which was indeed the view taken by G. Retzius. It is possible that in those muscular fibres in which the nuclei are situated under the sarcolemma, the transverse networks may be continuous with a layer of hyposarco-

lemmal protoplasm, but on this point I have no evidence to offer, as I was not successful in getting any such fibres to stain in this way. It is impossible to believe, with the evidence of such preparations as these before us, that the fibres of these transverse networks are of exactly the same nature as the septal portions of sarcoplasm which give rise to the appearance of the longitudinal lines. It is true that in ordinary gold-acid preparations both become stained. But when, as in the case here described, the access of the gold is restricted, the transverse fibres evidently exhibit a much greater affinity for the metal.

A further proof, if one were needed, of the difference between these filaments of the transverse networks and the rest of the sarcoplasm may be obtained from their appearance in the living fibre. Here they appear in section as rows of dark, round dots (Figs. 1 and 5), and exhibit a much higher refrangibility than the rest of the fibre. Indeed, their effect here upon the light transmitted through the fibre is such that each dot appears surrounded by a bright halo, which is unquestionably due to the presence of the dot¹⁾ (or rather to the filament of which the dot is the optical section) for the haloes

¹⁾ This fact, which was demonstrated in my paper on the leg-muscles of *Dytiscus* in the *Philosophical Transactions* for 1873 (p. 433) but the significance of which has escaped most subsequent writers, has been re-affirmed by van Gehuchten (*La Cellule*, T. II, p. 392, 1886). Were the filaments merely extra-accumulations of the same interstitial substance as occurs elsewhere between the sarcostyles, and nothing more, it is difficult to understand why they should appear so perfectly round: one would expect them to appear angular. At the same time they have evidently much in common with the rest of the sarcoplasm, for the latter also has a considerable affinity for the metal and they are both stained, in acid preparations, by safranin. Moreover the transverse networks become in contraction increased in bulk, apparently at the expense of the remaining sarcoplasm. It is therefore still possible that Rollett's idea that the whole of the sarcoplasm, including the transverse networks, represents the remains of the original protoplasm of the muscle-cell, may be the true one; but it must I think, be modified by supposing that the granular part of this protoplasm has remained for the most part around the nuclei, and in the position of the transverse networks, whereas the clear or homogeneous part occupies the remaining interstices between the sarcostyles. This is the case in most muscles, but in some the intercolumnar sarcoplasm is throughout granular. That cell-protoplasm is thus capable of becoming differentiated into these two parts, is shown by the contrast between the clear homogeneous substance of the pseudopodia of the white corpuscle as compared with the granular (reticular?) substance in the body of the cell (*vide* Fig. 4 and *antea* p. 184).

vary inversely with the size and distinctness of the dots and disappear in fibres in which the dots are not seen.

Marshall's idea¹⁾ that the transverse networks are elastic and that they are stretched across the fibre, being attached at its circumference to the sarcolemma, is, so far as I can see, a pure hypothesis without any evidence in its favour. That their filaments are not attached to the sarcolemma is shown by Fig. 18, where they are seen to end freely without joining it, and that they have nothing in common with elastic tissue is shown by their extreme affinity for gold. In this respect they resemble nothing so much as the processes of the corpuscles of the frog's cornea, having, when sufficiently magnified, the same dark, mottled or granular appearance. And if further evidence against this view of Marshall's were necessary, it is to be obtained from the fact that as will be afterwards at greater length made manifest, they do not diminish in thickness with the contraction and bulging of the fibre; but become, on the contrary, increased in thickness when a previously extended fibre passes into the contracted or retracted condition.

The structure of the wing-muscles.

The consideration of the main question relative to the actual structure of the cross-striated muscles, as compared with their apparent structure, may be said now to be completed. We have arrived, in the foregoing part of this paper, at the conclusion that these muscles are in all cases composed of sarcostyles (muscle-columns), which are separated from one another by intermediate substance or sarcoplasm, this being probably of a protoplasmic nature. There are, however, two important parts of the subject which require to be considered, viz: — the alleged fibrillation of the sarcostyles and the cause or causes of the cross-striation of the muscle-substance. These two parts of the question cannot, however, be fairly approached until the structure of the sarcostyles of the wing-muscles has been subjected to careful investigation.

¹⁾ Op. cit. p. 100.

It has been already noted that the sarcostyles of the wing-muscles are enclosed within a relatively large amount of sarcoplasm, embedded in which are peculiar highly refracting granules. Sarcostyles and sarcoplasm are bound up together into comparatively large bundles or fibres, 1. by the ramifications of fair-sized tracheae, 2. by a delicate sarcolemma. It would appear that a sarcolemma is not always present (Köl liker, op. cit. p. 700). By some authors its occurrence has been altogether denied, but it is certainly found in those wing-muscles which have come under my own observation.

The tracheae send fine branches into the interior of the bundle or fibre which ramify throughout the sarcoplasm.¹⁾

The sarcostyles — the so-called „wing-fibrils“ of authors — are easily isolated, either in the fresh and living condition or in alcohol-hardened muscle. In the former case their contractions can actually be observed. If these isolated sarcostyles are looked at in the fresh condition, the most striking feature about them is the existence at regular intervals, which appear to vary with the degree to which the column is stretched, of fine transverse lines which are, in fact, the optical expression of disks or membranes which serve to separate the muscle-column into segments (intersegmental membranes, membranes of Krause, *Zwischenscheiben*). On either side of these fine transverse lines the muscle-substance is rather brighter and clearer, the rest of the segment looks relatively dim, hence a certain degree of cross-striation which is, however, in the fresh tissue comparatively indistinct, (Fig. 25). I have failed to detect longitudinal fibrillation in the fresh condition.

If acid be now added, while the sarcoplasm is unaltered or becomes more distinct, the muscle-columns swell up and become indistinct and the delicate cross-striation just alluded to after a time almost entirely vanishes. The swelling is at first less marked opposite the transverse membranes, so that the columns tend to become moniliform (they are

¹⁾ This is sometimes mentioned as peculiar to the wing-muscles, but I have seen fine tracheae ramifying also in the interior of the leg-fibres of some insects (*Bombus*, *Locusta*). A similar fact is mentioned by Köl liker.

often somewhat moniliform before the addition of acid), but eventually they are uniformly swollen. They may, at length, become entirely dissolved. Kölliker states that the intersegmental membranes resist the action of the acid longer than the rest of the sarcostyle, and that they may be seen lying isolated in the preparation. I have not myself been able to observe this.

The ordinary gold-acid preparations of these muscles are similar to preparations which have been subjected to prolonged treatment by acids, except that the sarcoplasm is stained violet. The muscle-columns have disappeared as such, their spaces in the sarcoplasm alone being left: consequently it is not possible to isolate the columns in these gold preparations. One may, it is true, see in longitudinal view between two strands of sarcoplasm something which looks like a clear muscle column, and the more so because it may appear to be marked transversely at regular intervals by lines of stained substance (Fig. 26). But these lines do not actually lie in the plane of the apparent muscle-column, they are above and below it, and are due to the fact that, the muscle-column having been somewhat constricted opposite the membranes of Krause, it was there encircled by a greater thickness of the sarcoplasm.

The appearance of alcohol-preparations of these wing-sarcostyles is very striking. It is this which has been described by most observers. The muscles or the entire thorax of the insect may be plunged into alcohol of about 85—95 per cent, and examined after a few hours. The columns are easily isolated and they can be stained with haematoxylin and many other colouring re-agents. But the method of staining which I have myself found by far the most valuable, giving preparations of the greatest clearness and selectivity, is the alcohol-gold method recommended by Rollett.

It is not always possible to get the proper result with this method and even in the same preparation there is, as with all gold methods, a good deal of variation in the amount and character of the staining, but these variations are themselves often useful and instructive. For the leg-muscles also, I have found the method of great value and precisely for this variability, as will appear when we are

dealing with the question of the cross-striation of those muscles. The staining is not in the least like that obtained by the ordinary gold method in which the fresh preparation is used. For in the ordinary method the inter-columnar substance or sarcoplasm is stained, but by this method that substance for the most part remains colourless, and the staining is confined to the muscle-columns.

The muscle, or the insect with its cavities freely laid open, is plunged in 93% alcohol, in which it remains 24 hours or more. It is thence transferred to glycerine for several hours, and may then be brought into 1% chloride of gold solution, for a time varying from 5 minutes to half an hour or more; after which it is allowed to undergo the ordinary reduction in formic acid. The striking feature about muscles which are stained in this way, is the deep reddish violet colouration of the principal part of the segment or sarcous element, which, in properly stained fibres, is almost entirely lacking in the rest of the segment. The appearance of transverse striation thereby produced is most striking and is far sharper than in the fresh condition or in any other mode of preparation. If the fibre is stretched or the sarcous elements are otherwise well separated from one another, the inter-segmental membranes are well marked (Figs. 30, 35, 36); but if the sarcous elements are nearly approached to one another, the inter-segmental membranes may not be visible (Fig. 28, *a*). Although the sarcoplasm is not stained it is usually visible, but by no means so conspicuously as in the ordinary gold preparation. In different fibres considerable differences are observed, the ordinary mode of staining tending to assert itself in some, and transitional effects between the ordinary acid-gold images and the alcohol-gold images are also observed. These differences depend, no doubt, upon the relative time and degree to which the several fibres have been exposed to the re-agents: by carefully overhauling a teased preparation made by this method a large number of instructive pictures may be seen, even within the limits of a single specimen.

The above statements apply equally to the ordinary and to the wing-muscles, but it is the latter the investigation of which gains most by the employment of this method. Rollett has not himself

published any detailed account of the appearances of these fibres after treatment by this method, and has given only a single figure of a wing-sarcostyle,¹⁾ which, although representing a common appearance, adds nothing to our knowledge of the structure of the fibres. It may be as well, therefore, to describe their character somewhat fully.

A large number of the sarcostyles which are seen in these preparations show a simple alternation of deeply stained reddish-violet sarcous elements, separated from one another by narrow clear intervals in which the membrane of Krause is not visible (Fig. 28, *a*). This membrane, however, comes into view if the sarcous elements are further removed from one another so that the clear interval is broader (Fig. 28, *b*). Opposite the membrane there is generally a slight, but sharply marked depression of the outline of the muscle-column which is, in fact, at these places encircled by a notch of greater or less depth (Fig. 31). The darkly stained sarcous element is distinctly longitudinally striated, and in one instance I have seen evidence of longitudinal splitting (Fig. 32). I have also been able to detect, especially in photographs from these preparations, a very delicate longitudinal striation in the clear intervals; with this exception these intervals look like spaces having the appearance of being occupied by nothing but watery fluid. The intersegmental membrane (membrane of Krause) looks either like a fine homogeneous line crossing the thickness of the fibre (Figs. 29, 34) or it has a dotted aspect as if it were alternately thicker and thinner or as if composed of juxtaposed granules (Fig. 30): this has also been described by Kölliker and others. The longitudinal streaks of the clear intervals look like prolongations of the substance of the sarcous elements which are attached to these granules. I have never seen any indication of cleavage of the transverse membranes into two.

There is, as before said, a great amount of variability with regard to the length of the clear spaces. Sometimes they are reduced to thin intervals, which almost allow the successive sarcous elements to come into contact and in which, as above mentioned, the membranes of Krause cannot then be seen (Fig. 28, *a*). This is probably to be

¹⁾ Second communication, Taf. IV. Fig. 2.

explained by supposing that the light-reflexions from the surfaces of the highly refracting sarcous elements, obscure the delicate linear appearance of the membrane between them: as soon, however, as the interval is a little wider the membrane comes into view (Fig. 28, *b*) Even in adjoining segments of the same muscle-column, the membrane is invisible in the narrower clear intervals, and comes into view in those which are wider. Sometimes the clear intervals are as long as the sarcous elements. The sarcous elements themselves also vary greatly in length and in appearance. Sometimes they are uniformly stained and show no difference of transverse shading throughout: but usually there is a line across their middle which is less stained than the rest, and sometimes the ends which are next the clear interval look darker than the rest: this difference is greater than the mere effect of contrast would produce. When extended the sarcous element may become divided into two distinct parts with a clear interval in the middle (Fig. 35). In the extended sarcostyle represented in Fig. 36 the sarcous element is not completely subdivided but shows at least four bands of darker shading, of which the two which are nearest the middle of the segment are narrower than the other two. Each element also shows a peculiarly sharp prominence or bulging involving its middle plane.

The several parts into which the sarcous elements separate when the segment is extended have all been described by various authors as so many different disks, and the middle clear streak especially has become widely known as the disk or band of Hensen. But neither in the wing-muscles nor in the ordinary muscles, in which, as is well known, a difference of shading can also be often seen in the middle of the dark band, have I ever succeeded in observing in this situation a sharply marked line such as that which is produced by the membrane of Krause, and I am strongly disposed to believe that in every case the supposed median disk has no real existence, as such.¹⁾ The dark shading which often occurs at the ends of the sarcous elements (Fig. 36), and which may sometimes appear separated off as a distinct

¹⁾ Ramón y Cajal, however, figures the membrane of Hensen as a distinct line in the middle of a greatly extended segment.

band, has been taken by most authors to represent the *accessory disk* which was described by Flögel and by Engelmann in the leg-muscles. I shall have more to say regarding this structure at the end of this article, and the cause of the separation of the sarcous element into a number of separate disks in the extended sarcostyle will also be considered later in dealing with the effects of extension and retraction upon the cross-striation of muscle.

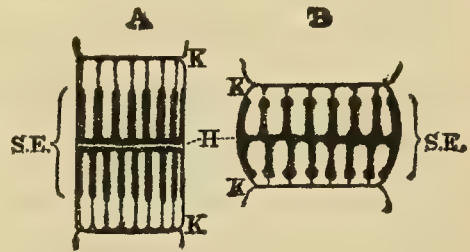
In a preparation of the wing-muscle made in the manner above described, viz: fixation by alcohol and subsequent staining by gold and reduction in formic acid, a certain number of muscle-columns may always be found, in which the formic acid has dissolved every part except the sarcous elements, which then lie free in the preparation as minute cylindrical disks, some of which are placed so as to be seen in profile while others lie flat. By touching the cover-glass with a needle the same sarcous element may be made to roll over and may be observed from both points of view, or in any intermediate position. These sarcous elements are usually somewhat swollen by the acid. When they are viewed in profile, i. e., in longitudinal optical section, they show very distinctly the longitudinal streaking which has already been mentioned (Fig. 37, B). When viewed on the flat with a moderately high power the disks have a dotted appearance, but when the highest powers of the microscope are employed (. 2 mm homogeneous immersion apochromatic objective with No. 8 or No. 12 compensating eyepiece) the dots resolve themselves into clear circular holes in the otherwise continuous substance of the sarcous element. These holes are seen over the whole area of the disk, and are visible so far as can be determined in every plane (Fig 37, A); they therefore represent tubular canals. From this observation it may be concluded that the cylindrical disks hitherto spoken of as sarcous elements, are not composed of a bundle of similar but simpler elements which can be described as rods, but are formed of a mass of chromatic substance which is everywhere perforated by longitudinal tubules. These tubules, which thus pervade the sarcous element, appear in the longitudinal optical section of the sarcostyle to be continuous with or to open into the clear intervals, between the fine striae of sarcous sub-

stance before described as passing through those intervals to join Krause's membrane (see Diagram). These fine striae very probably represent fine septa, rather than mere filaments but I have not succeeded in determining this point.

Lastly we may consider the question whether the wing-sarcostyles possess a membrane or not. They are certainly bounded by a fine line which is very distinct opposite the clear intervals, but which might, if the clear intervals were formed of solid substance, represent merely the outline of that substance. There is, however, no evidence whatever that these clear intervals are solid, on the contrary, everything points to their being occupied mainly by a semi-fluid material. For

Diagram of a sarcomere: **A**, moderately extended; **B**, contracted.

K, *K*, membranes of Krause; *H*, stria of Hensen; *S.E.*, sarcous element.



dislocation appearances like that shown in Fig. 34 may frequently be seen, which seem to indicate that the sarcous elements are not bounded by solid substance at either end. If this clear substance is fluid, the outline seen must represent a membrane, and this membrane is continuous, as we have seen (Fig. 31), with the membranes of Krause. To the external surface of the sarcous element it adheres very closely (if indeed it is not in actual continuity with the sarcous substance), as is shown by the fact that in muscle-columns which have been stretched (in the manipulation of teasing) the circumference of the sarcous element may be dragged in one direction so that the cylinders appear as if cupped (Fig. 33).

We may next consider the differences between the appearances presented by the wing-columns in the fresh condition or when treated with acid or by the ordinary acid-gold method, on the one hand, and when fixed by alcohol and treated by Rollett's gold method on the other hand; and endeavour to discover a clue to these differences of appearance. For in most cases in the living muscle the strongly marked sarcous element of the alcohol preparation is scarcely visible.

nor can it be said that we perceive the clear interval between that element and Krause's membrane. It is true there is a bright band on either side of Krause's membrane in the fresh muscle (Fig. 25 B) which has usually been taken to represent the clear interval of the alcohol fixed muscle. But the junction between the two, in place of being sharply marked, as in the alcohol muscle, usually shows a gradation of shading, and the bright band itself has every appearance of being due to or at least increased by the effect of light reflected from a plane surface such as that of Krause's membrane. This is certainly the case in the majority of fibres which are not greatly stretched. In those which happen to be much stretched, the clear interval may be longer, and sharply marked off from the middle part of the segment as in the alcohol muscle (Fig. 25 A). I have but rarely seen this myself, but it has been described even in the fresh muscle by good observers. The difference in appearance in the two conditions of the muscle may be explained by supposing that the junction between the clear interval and the sarcous element is in the more common condition (with absence of stretching) obscured by the light reflexion which occurs from Krause's membrane, but that in the other condition (the stretched muscle) this junction has become shifted beyond the limits of the bright effect produced by reflexion and has therefore become visible.

In the acid muscle, after a short time, no distinction into sarcous elements and clear intervals is seen: the whole segment between two membranes of Krause is homogeneous in appearance. Probably this is due to a dissolving of the sarcous elements by the acid. The same result may be got in an alcohol preparation which is treated with acid, if the alcohol have not acted too long upon the muscle, and it is also characteristic of the ordinary gold preparations, in which however, in consequence of the prolonged treatment with acid the membranes of Krause and the envelope of the muscle column have also disappeared. On the other hand, after prolonged treatment with alcohol, and an after-treatment of gold, as in Rollett's method, the sarcous elements become the most resisting portions of the muscle-column and may, as we have seen, be set free after all the rest has become dissolved.

The different appearances of the wing-muscles, according to their degree of stretching, which occurs even in the fresh muscle, but which is most evident in the alcohol-gold muscle, has been described by several of those authors who have given special attention to the subject of these muscles, but has never received a satisfactory explanation. That it is susceptible of some simple explanation there can be little doubt, and it behoves us to consider the conditions of the retracted and extended muscle with the view, if possible, of elucidating the question.

Fig. 28 shows part of a muscle column, one end of which is retracted while the other end is somewhat extended. In the latter the membranes of Krause are visible: they are not seen in the former. The probable reason for this has been already alluded to (p. 207) and need not here again be touched upon: we may confine ourselves to the conditions of the sarcous elements and of the clear intervals in the two parts. In the retracted part the clear intervals are very short, the sarcous elements are almost in contact with one another or at least with the membrane of Krause which lies invisibly between them: in the extended part, on the other hand, the clear intervals are longer in proportion: the sarcous elements are now well separated from one another, there is no marked difference in their length, but they are less in diameter than in the retracted part. The most obvious difference in appearance, therefore, is the increase in length of the clear interval. One interpretation of this increase in length is to suppose it to be composed of an extensible and highly elastic substance which has become stretched by the extending force and which, with removal of that force, would when free to move again, produce a retraction by virtue of its elasticity. This interpretation, however, presupposes solidity in the substance occupying the clear interval, it would be impossible to apply it to liquid. But as we have seen (p. 209), there is every reason to believe that the material in the clear interval is fluid or semi-fluid, and if so, the interpretation falls to the ground. The only alternative (if we except the sudden passage of fluid from without into the interior of the muscle segment, which the presence of the lateral membrane of the segment, the con-

traction of the muscle-column in white of egg, and other considerations, render extremely improbable), to explain the increase of the clear interval, when the muscle is stretched, is to suppose that the semi-fluid substance which, we assume, occupies it, has appeared at the expense of the sarcous element, has, in fact by virtue of the stretching of the fibre become expressed out of the sarcous element as fluid would under like circumstances be expressed from the pores of a sponge, supposing this to be contained in an elastic tube which was put upon the stretch. To carry the simile further and to apply it to the converse conditions which accompany the passage from extension to contraction, it is clear that when the stretching force is relaxed the sudden re-imbibition of the fluid by capillarity into the pores of the sponge will produce a sudden shortening and bulging of the segment of the tube containing it. And although there would of course, be no actual production of force, nevertheless the force of the retraction thus effected by capillarity and elasticity combined might, if concentrated within a short period of time, produce during that time a relatively considerable effect. It has been held by several previous writers upon the subject, that during the contraction of a fibre there is a passage of fluid from the clear intervals into the sarcous elements, and back again into the clear intervals during its relaxation. This shows that the interchange of fluid between the clear intervals and the sarcous elements is a fact which has been recognised by other observers. Merkel speaks of a passage of part of the substance of the sarcous element into the clear interval during contraction, and of an imbition of the fluid of the interval by the material of the sarcous element. Krause describes the sarcous element as formed of minute rod-like fibrils and supposes that in contraction the fluid of the clear spaces passes between these fibrils, and thus increases the bulk of the sarcous element at the expense of the clear interval. No one, however, so far as I am aware, has attempted to explain the mechanism of such interchange. And without some reasonable explanation of this, mere theorizing does not carry our conception of the process of contraction any further.

In order to obtain such explanation, we must go back to the consideration of the minute structure of the sarcous elements of the wing-

columns. These, as we have already seen (Diagram, p. 209 and Figs. 31, 37), can readily be ascertained in preparations made by the alcohol-gold method to exhibit longitudinal striae which, as the transverse section of the sarcous element shows, are not rods, but appear as minute hollow tubular canals or pores which everywhere perforate the substance forming the sarcous element. In this, therefore, we have a structure which is clearly comparable to the sponge within our elastic tube. The sarcomere or muscle-segment is itself invested by a delicate envelope which stretches over the clear interval on either side, to be attached to Krause's membrane, and by means of the latter to become prolonged into the envelope of the succeeding segments. Any tension upon the muscle-column will tend to stretch the whole segment but the stretching will show itself most markedly at the level of the clear intervals where the envelope has least solid support. The result of this will be that the sarcous element will tend to become more separated from Krause's membrane, and the clear interval will become longer. But if this were all, the interval would become proportionately narrower and would appear as a marked constriction on the muscle-column, which would become more and more narrowed as the muscle-column is more and more extended. This is, however, not the case; the clear interval narrows proportionally with the rest of the segment *pari passu* with the increasing extension of the muscle. This can readily be accounted for by remembering that the extension of the sarcous elements will bring lateral pressure to bear upon the contents of the tubular canals which perforate them. Assuming the contents of these tubules to be fluid substance, this will become in this manner expressed from the tubules, and will pass into the clear intervals between the sarcous element and Krause's membrane. Hence, with the gradual extension of the muscle the clear intervals will become occupied by more and more fluid which has been expressed from the visible pores of the sarcous element. When the extending force, whatever it may be, is relaxed the fluid would have a strong tendency to pass by capillarity back into the tubules of the sarcous element. The latter would thus not only expand laterally, but also tend to approach the membranes of Krause. And these are exactly

the changes which are observed to occur in the sarcous elements in the passage into the retracted condition or, which is practically the same thing, the condition of contraction.¹⁾

It does not follow that the extending force (which may be regarded as ordinarily operating slowly) is external to the muscular fibre, although an external extending force would necessarily produce the same effect. For we can conceive that during the life of the muscle there is, in the resting condition of the fibre, a tendency for fluid to pass out from the tubular fibrils into the clear spaces next Krause's membrane: this would in itself produce an extension of the muscle column and of its envelope which would call the elasticity of the latter into play. Such slow passage of fluid from the pores of the sarcous element might be due to what, for want of a better term, we may call vital forces, causing an alteration in the elastic conditions and form and in the capacity of the tubules of the sarcous element to retain their fluid. The effect of an excitation to contraction might be supposed to produce a rapid flowing back and re-imbibition of the discharged fluid. This re-imbibition would be accelerated by the elastic reaction of the stretched sarcomere.

To explain the breaking up of the sarcous elements into transverse portions in the greatly extended fibre it appears necessary further to suppose that the sarcous elements are compounded of two or more disks, placed end to end, and having under ordinary circumstances no perceptible interval between the successive series,

¹⁾ In using contraction and elastic retraction as synonymous terms, I am following in the footsteps of many of my predecessors who have described the appearance of contracted and contracting muscles as they are seen in „fixed“ preparations. The appearances of contraction have been usually described as „contraction-waves“ or „contracted parts of fibres“, but it is certain that they might equally well be described as „retracted“, being compared with other parts which are „extended“. It has, moreover, yet to be proved that the contraction of muscle is anything more than elastic retraction. This idea of muscular contraction occurred to Schwann, who compared an extended muscle to a stretched spiral spring and its contraction to a shortening of the spring, due to a sudden alteration in its condition of elasticity. Nor has Schwann's idea been forgotten or considered unworthy of adoption: on the contrary, the probability of such an explanation of the contractile phenomena has been urged with much force of reason by Richet and other writers on the physiology of muscle.

although the middle line of junction may be visible as the stria of Hensen. While a moderate degree of extension serves only to separate the whole sarcous element further from the membranes of Krause, and to increase the clear intervals, further extension may be supposed to act in separating the several components from one another. The most ready separation seems to occur in the middle of the sarcous element, so that this becomes bisected into two equal parts with a gap in the middle (Fig. 35). This gap appears as a clear band — the band or disk of Hensen. With further extension another separation occurs in each of these parts so that there are now four disks of sarcous substance separated by clear intervals (see Fig. 48 of Ramón y Cajal op. cit.; a similar figure of an extended wing-sarcostyle is also given by Ranvier in *Leçons sur le système musculaire*). The terminal ones nearest the membranes of Krause have been often described as „accessory disks“, the central pair being then distinguished as the „principal disk“. They are, however, all parts of the originally continuous sarcous element, and show the same tubular structure. Occasionally the first separation occurs not in the middle of the sarcous element but between its terminal and central parts. The result of this is that there is one central disk (without the clear median interval) and two terminal („accessory“) disks. Further extension in this case also may separate the central disk into two with the clear interval (band of Hensen) between them.

Can ordinary muscles be shown to be fibrillated?

We may now enquire into the question of the fibrillation of the ordinary muscles, such as the leg-muscles of insects. We have seen that these muscles are formed of muscle-columns which in transverse section take the form in some muscles of polygonal areas (Fig. 15) in others of thin radiating lamellae (Fig. 16) separated in both cases from one another by a small quantity of sarcoplasm which occurs in somewhat larger amount at the level of the transverse networks. In order to determine the question of fibrillation we have to enquire whether these muscle-columns are further capable of longitudinal subdivision.

Unquestionably the *lamellar* muscle-column is thus subdivisible. The fact that it so readily splits up in alcohol preparations into the fine longitudinal elements which are usually termed fibrils, is a sufficient proof of this. But an indication of the subdivision can also be seen in transverse sections of the gold-acid muscles. If a well-stained separated disk be carefully examined with the highest powers, particularly if it happen to have been somewhat compressed so as to open out the radiating lines of the transverse networks, there can frequently be obtained evidence of the existence of delicate septa which pass obliquely across the section of the lamellar muscle-column (Figs. 19, 20) and indicate that it is really itself formed of smaller angular columns, which correspond pretty nearly in point of size with the polygonal columns which are met with in muscles of other insects (Fig. 15). The difficulty of detecting these septa arises from the fact that the radiating filaments of the transverse networks tend, by their distinctness and the manner in which they refract the light, to obscure any structure in the muscular substance between them, and as the comparatively coarse network-filaments do not extend across the lamellae into the subdividing septa, these septa remain under ordinary circumstances invisible. When, however, by compression the filaments are more separated the septa can be seen. But in the leg-muscles of some insects which have radiating and lamellar muscle-columns, oblique septa may be seen crossing the lamellae in transverse section even without the aid of artificial means of separating the principal lines of the network, and in these the subdivision of the lamellae is very obvious. Such fibres, which are represented by various authors, afford a distinct transition to those in which the section of the muscle columns is polyhedral and the transverse networks are uniformly arranged over the whole surfaces of the muscle-disks (Fig. 15).

We thus arrive at the conclusion that the lamellar plates of those fibres which have a radiating section are compounded of smaller angular columns or sarcostyles which are equivalent to the prismatic sarcostyles of fibres which have a reticular section. We have yet to consider the evidence as to the fibrillation of these sarcostyles.

Before, however, doing this it will be as well again to point out what are the reasons for applying the same term, viz: muscle-columns or sarcostyles, to these longitudinal elements of the ordinary muscles and to the separable longitudinal elements of the wing-muscles.

Those reasons are briefly as follows: — In each case they are the separable longitudinal elements of the muscle-fibre: this is, in fact, a bundle of these elements, which are enclosed in both cases by a sarcolemma and are separated from one another by a greater or less amount of „sarcoplasm“. In each case also these muscle-columns or sarcostyles are composed of a number of segments separated from one another by transverse membranes, and each segment is composed of a sarcons element in the middle of the segment and a clear interval of variable size lying between the sarcons element and the transverse membrane. The correspondence therefore, in general structure is close, and the similarity of their behaviour to various reagents and methods of staining proves them to possess in each of their constituent parts essentially the same chemical constitution. There can therefore be very little doubt that they are both morphologically and physiologically equivalent to one another, and it is probable that there will exist a close similarity even in minute details of their structure. If therefore the wing-sarcostyles can be shown not to be fibrillated, it behoves us to examine very closely into the question of the reputed fibrillation of the sarcostyles of ordinary muscle.

It is not improbable that to most readers the fact that an ordinary muscle, such as the leg-muscle of an insect, can be readily split up into „fibrils“ after it has been hardened in alcohol, is too obvious to be questioned. It is nevertheless a fair object of inquiry whether the longitudinal elements which are obtainable from alcohol and osmic preparations (Figs. 22. 23) really represent fibrils or whether they merely represent sarcostyles. From the result of my own observations upon this point, which have been made with the special view of deciding it, I believe that these so-called fibrils, even the smallest, are invariably muscle-columns. For it is to be remembered that the sarcostyles are themselves of a very small diameter, especially in the extended muscle, and that this diameter is still further diminished by

the shrinking which is caused by the reagent. Consequently when isolated they would look like little more than a thick interrupted or jointed line, which is in my experience, the appearance which these separated elements most commonly exhibit (Fig. 23). In these I have not succeeded, even in preparations made by the alcohol-gold method, in detecting longitudinal striation. Considering, however, their extreme tenuity, their rod-like shape, and the manner in which in their coagulated form they refract the light, it is quite possible to understand that even if they in reality have a longitudinally striated structure, it might still be impossible to detect this. I have myself been unsuccessful in proving such longitudinal striation of the muscle-columns of the leg-muscles in the isolated columns viewed longitudinally, and I am of opinion that in most, if not in all cases, the isolated elements which have been described as fibrils by other authors are neither more nor less than fine sarcostyles.¹⁾ Nevertheless I do not hesitate to express the belief from analogy with the wing-sarcostyles that the muscle-columns of the ordinary muscles are constituted (at least, as regards their sarcous elements) similarly to the sarcostyles of the wing-muscles; that is that they are perforated by longitudinal tubules. I would admit that the tubular constitution of the sarcostyles of ordinary muscle, in most cases, evades observation, but it can nevertheless be made out, to some extent, in the transverse section of the leg-muscles of *Hydrophilus*: where each area of Cohnheim, representing the section of the muscle-column, itself shows a punctated character which may fairly be so interpreted.²⁾ This fact taken into consideration with the fact of their general similarity of structure renders it, to say the least, not improbable that the two kinds of muscles are alike in structure, so far as concerns their essential contractile parts, even to the most minute details.³⁾

¹⁾ In some instances it is quite clear, both from the descriptions and figures which are given of „isolated fibrils“, that the longitudinal lines of the sarcoplasmic „reticulum“ have been so described.

²⁾ Compare Rollett, Wiener Denkschr. Bd. 51, Taf. 1, Fig. 3.

³⁾ Since the above was written I have succeeded in obtaining photographs of transverse sections of leg-muscle, which show a tubular structure of the muscle-column.

Production of the cross-striae of muscle and changes in contraction.

Finally there remains to be considered the mode of production of the cross-striated appearance of muscle and the change which this undergoes during contraction. For this purpose again it will be best to begin with the consideration of the wing-muscles, since we are here able to deal with simple elements, viz: with isolated muscle-columns, whereas in the ordinary muscles the appearances are complicated by the peculiar arrangement of the sarcoplasm between the columns.

An examination of the wing-muscle fixed by alcohol and stained by haematoxylin or by gold, is sufficient, at the first glance, to negative the idea that the alternate dark and light striae are merely optical effects caused by the moniliform shape of the muscle columns¹⁾ or in any other analogous manner. The staining of the sarcous elements and the contrast they present with the clear intervals which separate them from the membranes of Krause, afford unmistakable evidence that they are composed of different material.²⁾ (see figures 28 to 44.)

¹⁾ Haycraft. Quarterly Journal of Micr. Science. April 1881.

²⁾ I have preferred to leave altogether out of account the different optical properties which are exhibited by the striae, as regards single and double refraction, because such differences of optical property cannot be taken as evidence of difference of material. The demonstration of the fact that they may entirely depend upon differences of „stress“ which, so far as the tissues are concerned, we owe to Ranvier, renders all conclusions as to structure which are derived only from such optical differences nugatory. I have therefore determined not to encumber the present account of the structure of muscle with a narration of these optical appearances. For such observations when taken by themselves prove nothing definitely, and even assuming that they could be rightly used to elucidate the structure of muscle, they add little or nothing to what can be learned from the study of stained preparations. And although postmortem changes and the action of reagents produce important changes in the optical properties of different parts of the muscle-segment, we are entirely ignorant as to the actual meaning and cause of these changes. On this account I have, in all the descriptions given, avoided the use of the terms „isotropic“ and „anisotropic“ substances; but those who are acquainted with the literature of the subject will at once find in the designations which I have adopted synonyms for those terms in the sense in which they are usually employed by authors.

The cross-striation of the wing-columns is then due to their being composed of alternating substances of different chemical nature. Of these the one (sarcous element) which occupies the middle of each segment is chromatic and probably more solid: it stains deeply with haematoxylin or with gold after alcohol, and is much more highly refracting than the other, which is as clear as water, varies greatly in amount and shows no trace of further transverse striping. The sarcous element, on the other hand, may exhibit distinct bands. I have already endeavoured to explain the mode in which the substance of the sarcous element may, under the influence of an extending force, break up into a series of such bands.

In the unextended (contracted, retracted) sarcostyles of the wing-muscles such multiple bands are not seen, and the sarcous elements or chromatic disks so closely approach the membranes of Krause as to render the clear intervals very short and the membranes of Krause difficult or impossible of observation.

In separated muscle-columns of the living wing-muscle, a greater or less degree of retraction is the most common condition observed. In the living state the difference of refrangibility between the sarcous element and the substance of the clear interval is far less marked than in the hardened muscle, and it is difficult to see the line of junction between them. This difficulty is increased by the effect which the membranes of Krause produce upon the light transmitted through the muscle, causing, probably by reflexion from their surfaces, that part of the muscle substance which is immediately adjacent to them, to appear much brighter than the rest. This effect has been already referred to (see p. 209) as obscuring the line of junction between the sarcous element and the clear interval, except in greatly extended fibres. By virtue of this effect of the Krause membrane, the fresh fibre shows alternating dim bands and bright bands, the dim band occupying the middle of each segment, the bright bands intervening between them and bisected by the membrane of Krause. The bright effect is here, however, certainly enhanced by the optical conditions of the muscle and although corresponding approximately in situation to the clear interval of the alcohol muscle, is somewhat differently produced.

With regard to the changes which the cross-striation of the wing-muscles undergoes during contraction, the comparison which has already been made between the wing-columns in the extended and retracted condition may be taken as affording an account of the differences which are observed in those conditions in muscles which have been fixed by alcohol. As far as concerns observations upon the living muscle, it must be admitted by all who have endeavoured to follow out the changes which take place in contraction, that it is a matter of the greatest difficulty to determine what those changes precisely are. There is, however, one point as to which most observers agree, viz: that in the contracted sarcostyle there is an apparent reversal of the stripes, fine dark bands being visible opposite the indentations of the envelope, and alternating with bright bands, which are also narrow, and which occupy the rest of the bulged and flattened muscle segment. The interpretations which have been given of these altered appearances are various, and I do not propose to reproduce them all here, but I will refer to one only, that namely which was first advocated by Merkel (*loc. cit.*). Merkel supposed that the reversal is due to the actual passage of part of the substance of the sarcous element (*Querscheibe*) through the clear interval to apply itself against Krause's membrane (*Zwischenscheibe*) whilst at the same time the substance of the clear interval finds its way to the middle of the segment and applies itself to the disk of Hensen (*Mittelscheibe*), which his theory supposes to be a thin membrane or disk bisecting the segment. The two substances, in fact, are supposed to execute a peculiar sort of evolution by which they entirely change places, although in what way this might produce or facilitate the swelling and shortening of the muscle-segment, it is difficult to conceive. Apart, however, from this, it may be pointed out that the appearances of the alcohol-fixed fibres which have been stained by gold, do not afford the least support to the acceptance of this view. In these, even in the most retracted parts of the muscle-columns, the chromatic substance of the sarcous element always maintains the same relative position, i. e., it always occupies the middle or bulged part of the sarcous element. At the indented part, even in the retracted fibres, there is always a clear interval although it may

be only a short one, so that there is no real reversal of the striae. Nor do the appearances seen in polarized light assist the view originally advocated by Merkel. What other explanation then can be offered for the apparent reversal which takes place in the living muscle in contraction? We have seen that in the living and moderately retracted muscle-segment there is an appearance of dim and bright striae simulating sarcous elements and the clear intervals of the alcohol muscle, but that the bright striae are in reality due to a different cause, viz: to the light reflexion which occurs at the membranes of Krause. When the muscle contracts the sarcous elements become bulged out at the expense of the fluid of the clear intervals which probably passes into their pores; they therefore approach the membranes of Krause, becoming shorter in proportion to the amount to which they undergo bulging, and the intervals between the successive membranes of Krause are lessened. As the intervals thus lessen a point is at length reached at which the bright borders, which are due to light reflexion from the surfaces of the membranes, blend with one another in the middle of each segment. The narrowed interval therefore between each two membranes of Krause now looks wholly bright although, as the alcohol preparations show, it still contains the shortened and bulged sarcous element. On the other hand, these membranes appear as dark lines alternating with the narrow bright band thus produced, the dark and light effects respectively being enhanced as the result of the alternate bulging and constriction which characterize the contracted sarcostyle. These are the changes which can be seen in the contracted sarcostyles of the wing-muscles as compared with their appearances in extension. As for the fibre itself (or bundle of sarcostyles) all that need be remarked regarding it, is the obvious fact that the sarcoplasm is increased in amount opposite the constrictions of the contracted sarcostyles at the expense of that which is opposite their bulgings.

We may now consider the cross-striation of the ordinary muscles. The causes of the production are even more difficult to be arrived at than in the wing-muscles by reason of the fact that another element has to be taken into consideration viz: the nodes and filaments of the transverse networks. Indeed, in the ordinary acid-gold preparations

of muscle, in which they are more decidedly stained than any other part of the muscle substance, these may be said to represent all the cross-striation which is visible, for the muscle-columns are dissolved and nothing is seen except the lines representing the inter-columnar sarcoplasm. In fibres treated for a short time with dilute acetic acid (vinegar) alone, the transverse membranes of Krause may also be seen (Figs. 6 to 11), but the sarcous elements have here also entirely disappeared.

In the leg-muscles of most insects in the living condition, the transverse networks, or at least the dots which, in the longitudinal view of the fibres, are the optical expression of the filaments of those networks, play a very conspicuous part in the production of the transverse striation. For, in the first place they form in many muscular fibres by their regular arrangement, series of double dotted lines which are very distinct (Figs. 1, and 5 A). The effect of these upon the light which is transmitted through the muscle has been already referred to (page 201 and note) and the arguments there adduced need not here be recapitulated. Although Krause's membranes cannot usually be distinguished in the fibres in which this appearance of rows of dark dots with borderings of bright haloes is visible, their existence can at any moment be shown by the action of dilute acid upon the fibres: they are undoubtedly present, therefore, although obscured by the effect which the transverse networks produce upon the light. In the living fibre it is then by these transverse networks that the characteristic narrow bright striae of the leg-muscles of insects are mainly produced: the effect may, however, be aided by the light reflexions which occur from the membranes of Krause.¹⁾

¹⁾ I have already dealt, (p. 187) with the deep focus appearance which shows (Fig. 5 C) the stria of Amici or Dobie's line in the middle of the bright stripe and have given reasons for regarding this line, distinct as it may seem, as not representing the true appearance of the fibre. It is needless, therefore, to say that I do not share with many other authors, including, I believe, Professor Krause himself, the opinion that the stria of Amici is the optical expression of Krause's membrane. A simple experiment will suffice to show that this is not really the case. Let a fibre be chosen which exhibits, as in Fig. 5 of this article, or in Fig. 15 in Rollett's memoir (Wiener Denkschriften Bd. 49) the stria of Amici when the microscope is focussed deeply into the fibre, and the double rows of dots (which

Here again the lines of junction between the sarcous elements and the clear intervals which separate them from the membranes of Krause are obscured by these optical effects of the transverse networks and membranes: unless the length of the clear intervals is sufficient to remove the line of junction beyond the bright stria¹⁾. When this is the case, and in mammalian muscle it is not unfrequent, the junction of sarcous element and clear interval becomes visible as a straight, sharply defined line, whereas in insect muscle the borders of the bright stria are ill defined and often have a scoloped appearance (Fig. 1).

As with the wing-muscles, so in the ordinary muscles, the actual structural conditions of the muscle-segments, which are obscured in the living muscles by the reflexion and refraction effects which the membranes and networks produce upon the light, come out very clearly in the alcohol-fixed muscles and especially in those which are afterwards stained by gold after the method recommended by Rollett. Here the distinction between the sarcous elements, which are stained, and the clear intervals, which remain perfectly colourless, is most striking. As in the wing-muscles also, the length of the clear intervals varies with the condition of extension of the fibre. In extended fibres it is considerable (Figs. 40, 41, 44) and the clear unstained bands may be as long as the dark, stained bands or may even exceed them in length; in retracted parts it is proportionally less, so that only a narrow interval may intervene between the

represent the transverse networks) when the microscope focus is superficial. Now add vinegar and allow it to act freely upon the fibre. The double rows of dots become very distinct and have the same appearance in the deep as in the superficial focus: the membranes of Krause are seen as fine transverse lines passing across the muscle columns between the muscle segments; the stria of Amici, that is to say a line composed of well marked dots, is no longer seen in any focus (Fig. 24 B).

¹⁾ The term „bright stria“ is here used to distinguish the appearance seen in *living* muscle from the „clear band“ or „clear interval“ which is visible in the *alcohol* muscle: the distinction of term being intended to denote that though corresponding generally in situation the appearances are partly due to different causes. Thus the „bright stria“ may be coterminous with the clear interval, or it may fall short of the extent of the latter, or, on the other hand, as is especially the case in contracted muscle, it may extend far beyond it.

successive sarcous elements. Fig. 42 shows this condition in a fibre in which the sarcous elements are well stained, while all the rest of the muscle-columns as well as the sarcoplasm between them remains unstained. The condition is precisely similar to that of the wing-column shown at *a* in Fig. 28. It has been before stated that one of the most valuable features in these alcohol-gold preparations is the diversity of appearance and staining noticeable in different fibres. In some fibres or parts of fibres which may be considered to be characteristically stained by this method, the metal is only deposited in the sarcous elements, which appear of a deep purplish-red colour, strongly contrasting with the rest of the muscle substance, including the sarcoplasm, which remains entirely unstained. In other fibres, in which the sarcous elements are generally rather less darkly coloured, the sarcoplasm, and especially that part of it which forms the transverse networks, has also taken part in the reduction of the gold-salt and shows a greater or less degree of colouration. These fibres, therefore, show with one staining, all the structural points which characterize the leg-muscles (Figs. 39, 40, 41, 43, 44). Lastly in the same preparations there are always other fibres, and frequently a large number, which exhibit the ordinary gold staining such as is obtained by the acid-gold method, and in these, as before said, only the sarcoplasm with its transverse networks and longitudinal septa is coloured.

From the description and figures here given of the alcohol-fixed muscle, it is clear that the striation of the sarcostyles, therein apparent, is dependent upon exactly the same structural conditions as those of the wing-muscles. In each there is a sarcous element formed of chromatic substance occupying the middle of the segment and separated by a clear interval, occupied probably by fluid substance from the membranes which lie between the successive segments. In each the sarcous elements approach that membrane in the retracted (or contracted) condition, at the expense of the clear intervals, and are removed from it in the extended state, with a corresponding increase in bulk of the clear intervals. The cross-striation seen in these preparations is, therefore, structural and not obviously modified by optical effects as in the living muscle.

Contraction-appearances of the alcohol-fibres.

As for the changes in the sarcostyles which accompany contraction, these, so far as they are elucidated by the appearances of muscles fixed in alcohol, are sufficiently shown in the figures of retracted (Figs. 39, 42) and extended (Figs. 40, 41) fibres, and may be briefly stated to be identical with those exhibited by the wing sarcostyles.

These changes, accompanied as they are by a shortening and bulging of the sarcous elements and a diminution of the clear intervals, must necessarily produce changes in the intervening sarcoplasm. The most prominent change, so far as my observation goes, is to cause the sarcoplasm to become accumulated opposite the ends of the muscle-segments, corresponding to the constrictions which usually appear here in the contracted fibre. This accumulation becoming added to that which was previously there in the form of the transverse networks, occupies an interstice which in longitudinal view, has a lozenge shape (Fig. 9); and in contracted fibres stained by the ordinary gold method, the lateral series of these enlargements may give the appearance of a broad interrupted dark line crossing the fibre and joined longitudinally to those of the next series by fine lines of intercolumnar substance. This dark line is at first double, but as the contraction proceeds the two dark lines blend into one (Figs. 7, 8). While this is undoubtedly the ordinary change which is seen in the sarcoplasm of the retracted (contracted) as compared with the extended fibre, it is sometimes the case that in portions of fibres which have been stained with gold in the ordinary way or which have simply been acted upon by weak acid, there are also enlargements of the sarcoplasm opposite the middle of the muscle segments, which take the form of bulgings upon the longitudinal lines of the apparent reticulum. It is not necessary, however, to assume with van Gehuchten and Ramón y Cajal that these enlargements are due to contraction of the sarcoplasm (the reticulum of those authors) for their presence may be quite simply explained either by supposing that there existed, prior to the contraction of these particular fibres, local accumulations

of sarcoplasm opposite the middle of the muscle segments — a condition which is well known to be not by any means unfrequent (see the figures of Retzius and many other authors) — or by supposing that the swelling and bulging of the sarcous elements occurs in these cases more prominently or sooner at their ends than at their middle part, in which event the inter-columnar sarcoplasm would become accumulated, not only opposite to and encircling the ends of the segments, but also around their middle. And if, as we have supposed, the swelling is due to imbibition of the hyaline substance of the clear interval by the sarcous elements, the relatively greater bulging of their ends, which are next the clear intervals, might be expected sometimes to occur, and thus to produce this particular condition of the sarcoplasm. It is not, in short, necessary to suppose that the sarcoplasm of the ordinary muscles more than that of the wing-muscles takes any but a passive part in the changes which accompany contraction of the fibre.

Contraction-appearances of the living fibres.

In fresh, rapidly contracting fibres of the leg-muscles of insects it is impossible to follow with any certainty the changes which take place in the striae. This can only be done by the observation of the slow contraction or retraction which takes place usually at one end of a fibre as it is dying; the end in such a case remains persistently contracted, and the condition of contraction gradually involves more and more segments, which one by one appear to move towards and join themselves on to the already contracted part. The process of contraction here described is, no doubt, that which accompanies the entry into *rigor mortis* and it only differs from the wave-like contractions which flit over the perfectly fresh fibres, in its extreme slowness, which affords an opportunity for the actual changes in the striae to be observed. The most striking difference between the extended (resting) and the fully contracted parts of such a fibre (apart from the shortening and bulging of the muscle and the close approximation of the striae) is, as in the wing-muscles, the apparent reversal of the stripes. For in the contracted muscle the dark stripes are

opposite the constrictions which represent the junctions of the muscle segments, while the intermediate parts are entirely bright. Examination of the intermediate stages renders it clear how this result is produced (Fig. 1, B). The dark stripes of the contracted muscle (C) are seen to be brought about by the accumulation of the sarcoplasm in the interstices of the muscle-columns opposite the junctions of the successive segments of which the columns are made up: the sarcoplasm being ostensibly forced into this position by the swelling and bulging of the sarcous elements and the accompanying relative constriction of the part of each segment near the membrane of Krause. I say „relative constriction“ because the whole of each segment ultimately broadens as the fibre contracts, but the broadening is greatest opposite the sarcous element and least opposite the membrane of Krause, so that the part of the segment near this membrane is relatively constricted. This necessarily produces an increase in size of the interstices at the level of the junctions of the successive segments, and here therefore the sarcoplasm must accumulate. These accumulations of sarcoplasm occurring at regular intervals along the fibre produce, as in the acid and gold preparation (Figs. 8, 9) the effect of dark lines traversing the fibre. These lines, in any optical longitudinal plane of the fibre, would appear interrupted, the enlargements which form them being separated from one another by the constricted part of the sarcostyles traversed by the membranes of Krause. In the optical section, however, it is not always possible to obtain the appearance of a pure mathematical plane, for the effects of the similar enlargements in planes immediately above and below the one which is exactly in focus may fill up the intervals in the interrupted transverse lines and cause these to appear continuous across the fibre. This appearance of continuity is favoured also by the effect which the constrictions of the sarcostyles and the membranes of Krause produce upon the light. The dark lines of the contracted muscle do not therefore represent the dim bands of the resting or extended muscle, but are due to the relative constriction of the sarcostyles and the accompanying accumulations of sarcoplasm which occur at about the level of the membranes of Krause.

If the manner in which the bright striae of the *extended* living leg-muscles of insects are produced is rightly understood, viz: that they are mainly caused by the effect which the local accumulations of sarcoplasm (forming the transverse networks) produce upon the light which is transmitted through the muscle, there will then be no difficulty in understanding how it happens that the whole interval between the dark striae of the *contracted* muscle has a bright appearance. For with the approximation of these striae which is attendant upon the bulging of the sarcoous element and the concomitant shortening of the muscle-segment, the optical effect produced by the enlarging sarcoplasmic accumulations will involve more and more of the segment and will eventually meet and blend with those of the adjacent rows of sarcoplasmic accumulations; the bordering bright striae encroaching more and more on the dim striae of the middle of the resting segment and eventually obliterating the dim appearance and substituting a continuous bright band, which occupies the middle of the segment and embraces the whole interval between the dark (sarcoplasmic) transverse bands which lie opposite the junctions of the muscle segments.

The accessory disks of the leg-muscles.

The accessory disks (Nebenscheiben), which were described by Flögel (Arch. f. mikr. Anat. VIII) and by Engelmann, are formed of rows of discrete granules lying in the clear interval (isotropes Substanz) at either end of the row of sarcoous elements which compose the dim band (Querscheibe) of the muscle. They appear as dark dots in the living fibre, are rendered very distinct by the action of dilute acids, and have, in many alcohol preparations, the appearance of a granular looking shading traversing the clear intervals. One can scarcely avoid the belief that both these observers have had before them the sarcoplasmic accumulations which are now known as the transverse networks, but the existence of which had not at that time been recognised.

A doubt therefore would naturally arise whether the accessory disks, which purport to be a distinct and separate part of each

muscle-segment of the leg-muscles, have an actual existence as such; or whether in every case in which their presence has been described, they do not owe their appearance to sarcoplasmic accumulations. It might be thought an easy matter to determine, whether the dots or granules which have been described as accessory „disks“ are situated in the line of the sarcoplasmic interstices, or in the course of the sarcostyles. It is sufficiently easy to determine this point in acid and acid-gold preparations of muscle. There is no question whatever that the dots seen under these conditions are sarcoplasmic and do not belong to or occur in the course of the sarcostyles themselves. The difficulty is with alcohol preparations of muscle in which the substance of the sarcous elements has become, from the coagulation and shrinking which has been produced by the reagent, much more strongly refracting than before, so that the principal cross-stria appears to be made up of rod-like elements set side by side, with clear interstices, while in the light striae are sometimes seen the rows of granules which have been there described as the accessory disks. Nevertheless, the results of careful observation with the highest powers have always seemed to me to point to the fact that the granules are truly inter-columnar and are therefore sarcoplasmic. I have taken the more pains to assure myself upon this point, because my observation is in disaccordance not only with the statements of Flögel and Engelmann, who were unacquainted with the existence of the sarcoplasmic accumulations, but also with some of the descriptions and figures given by Rollett, whose statements and observations regarding the structural appearances of muscle I have otherwise uniformly found to be accurate. This conclusion I have arrived at in adopting the method which Rollett particularly recommends for the clear demonstration of the accessory disks as structures distinct from the sarcous elements (principal disks). The method consists in the cautious addition of formic acid to the alcohol preparation under the microscope, and the continuous observation of the changes which it produces. According to Rollett the reagent first produces a swelling of the sarcous elements (Querscheibe) so that these bulge out beyond the line of the granules which he describes as representing the

accessory disks. The latter therefore since they resist the action of the acid must be distinct structures. This is perfectly true, but may equally well be taken to prove that they are accumulations of sarcoplasm. Rollett, however, in describing the farther action of the acid, goes on to state that these granules also next undergo swelling along with the remaining substance of the muscle-columns, so that the whole fibre now becomes nearly uniformly swollen. The latter statement is also true, for the remainder of the muscle-segments speedily follow the swelling of the sarcous elements. But the dots or granules described by Rollett as accessory disks, do not in the preparations which I have examined in this manner, share the swelling of the muscle-columns but remain between these, united longitudinally by fine lines of inter-columnar substance, and exhibiting all the characters of the sarcoplasmic enlargements which form the transverse networks. Fig. 24 A shows such an alcohol fibre previous to treatment with acid, Fig. 24 B the same fibre after the action of formic acid. This method then, which is especially mentioned as exhibiting the accessory disks as a constituent of the muscle-column, has in my hands led only to the conclusion that they belong to the inter-columnar substance.

When we come further to examine into the statements which have been made by various authors relating to the accessory disks, we find that entirely different structures have been described under this term. Some authors, and perhaps the majority, have unquestionably had in view the sarcoplasmic dots which represent the transverse networks. Others have described the ends of the rod-like sarcous elements, which are often slightly enlarged and rather more deeply stained than the middle part, as distinct elements of the muscle-segment by this name. And again when, as sometimes happens, there is a double accumulation of sarcoplasm in the position of the transverse networks, the two accumulations giving the appearance of a double row of dots in each clear interval between the sarcous elements and Krause's membrane (and therefore a quadruple row in each clear stripe of the muscle-substance, see Fig. 40), it is clear that since these sarcoplasmic accumulations lie in indentations in the sarcostyles there will be a relative enlargement of the sarcostyle between

each pair of sarcoplasmic accumulations. This also appears sometimes to have been regarded as representing an accessory disk.¹⁾

It is not surprising therefore to find that there is very little agreement amongst different authors as to the appearance, position and optical and staining properties of the so-called accessory disks. Upon one point, however, all observers seem to be agreed: that they are by no means a constant or necessary element in the structure of muscle. For myself, I have never obtained satisfactory evidence of their existence as separate elements of the muscle-segment of the leg-muscles. I am not prepared at present to deny that they are ever present, for it is quite possible to suppose that the sarcous elements may here, as well as in the wing-muscles, be liable to undergo a segmentation when much extended. I would merely raise a note of warning to future observers not to accept the appearance of a dotted line in the clear interval as evidence of such an accessory disk, but to determine whether this appearance may not be due to some other cause, and especially to investigate the behaviour of its component dots to the action of dilute acid. If, as has been the case in those cases which I have myself investigated, the dots resist the action of the acid, which swells and dissolves the substance of the muscle-segments, their sarcoplasmic nature may be taken as proved.²⁾

¹⁾ This is the case with the accessory disks (N) in Fig. 19 *b*, of Rollett's second communication, the parts thus marked being in no other way distinguished from the substance of the clear interval of which they form a part. On the other hand, in Rollett's Figs. 10, 22, 23, the dots marked N certainly represent sarcoplasmic enlargements, and the same is also the case with those shown in Fig. 13 which with further action of acid assume the highly characteristic appearance of the sarcoplasmic dots shown in Fig. 17. This is probably also true for several of the other disks shown in Rollett's figures, in spite of the fact that they are represented as being in a directly continuous line with the sarcous elements of Q. In uttering this opinion I do not imply that the figures are purposely modified to show this continuity, for the difficulty of determining the point is very great.

²⁾ It may justly be alleged by Rollett that this is precisely the test which in certain cases he actually adopted; with the result that the dots shown so clearly in Figs. 11 *b* of his first communication underwent a subsequent swelling from the further action of the acid and became replaced by clear polygonal areas bounded by a network of fine lines with enlargements at the nodes of the network. To me, however, it seems that the clear areas are quite differently produced. I con-

Conclusions.

I have already given (p. 190) a general summary of the conclusions at which I have arrived from this renewed study of the question. It may be well, however, here briefly to recapitulate the principal points which I consider to be well established.

1. The element of the muscle is the muscle-segment or sarcomere. (Muskelkästchen, Krause.)
2. Each sarcomere is bounded externally by an elastic envelope and terminally by a transverse membrane (membrane of Krause, Zwischenscheibe, disque mince).
3. Each sarcomere contains in its middle a sarcous element (chromatic substance, anistropous substance of authors, Querscheibe, disque épais), and at either end a clear interval occupied by semi-fluid hyaline substance (isotropous substance of authors).
4. The sarcous element is formed of a continuous mass of sarcous substance which is perforated by tubules. This structure can be demonstrated in the wing-muscles and indications of it can be found in ordinary muscles. In the wing-muscles and perhaps also in the ordinary muscles the sarcous element is separable into two (some times four?) disks, applied end to end.
5. In the contracted or retracted muscle the tubules of the sarcous element are swollen and shortened, by the passage into them of the hyaline substance. The sarcous element thus increases in bulk

ceive that the dark dots on Fig. 11 *b* are really the nodes of this network, but that before the acid has fully acted the lines which join them are not visible. When the substance in the meshes of the network becomes swollen, the lines of the network become evident, and the dots then appear merely as enlargements upon the nodes. I can conceive of no reason why the part which is light in Fig. 11 *b* should have become dark in Fig. 18 *a*, and *vice versa*, merely by the more prolonged action of the acid. I find it difficult to believe that Rollett was able to watch the swelling up of the individual dark dots upon the surface of the separated disk of muscle and thus to determine that they swell up and become clear areas, while the clear substance in which they lie becomes at the same time converted into a network of dark lines with dots at the nodes of the network — the dark dots first seen becoming the meshes of the network, those last seen lying at the nodes. Nor does he say that he watched the stages of the process. And if, as it would appear, the decision of the point is a question of inference it seems to me that the more probable account of the change which takes place is that which I have suggested.

at the expense of the clear substance, and at the same time comes nearer to the transverse membranes.

6. In extension the reverse process occurs. The tubules become narrower and longer, and the hyaline substance passes from them into the clear intervals. With excessive extension the sarcous elements tend to separate into two, and eventually perhaps into four series (principal disk with Hensen's stria, and accessory disks of wing-muscles).
7. The sarcomeres are united together end to end to form longitudinal columns which extend throughout the whole length of the fibre (sarcostyles, muscle-columns of authors, fibrils of older authors).
8. These columns are separated from one another laterally by interstitial or inter-columnar substance (sarcoplasm) which is made very manifest by acid or by gold staining, and has been described by many authors as a reticulum.
9. In the wing-muscles of insects the sarcoplasm is everywhere in large amount; it contains the nuclei and appears to be the remains of the original protoplasm of the muscle-cell.
10. In most other muscles the sarcoplasm is in relatively small amount, but is increased near the ends of the muscle-segments where it forms transversely disposed accumulations encircling the segments. In cross-section these accumulations of sarcoplasm give the effect of transverse networks.
11. The sarcoplasm is entirely passive, but since it occupies all the interstices of the contractile muscle-segments, it is liable to undergo changes in its arrangement corresponding to the changes in form which the segments undergo when they contract or become extended.
12. The accumulations of sarcoplasm which occur in the ordinary muscles, produce considerable modifications in the optical appearances (cross-striation) of those muscles, both in the extended and in the contracted condition.¹⁾

University College, London, October 1890.

¹⁾ Besides the papers by more recent authors which have been mentioned in the text I have had occasion to refer to many others which have not been specially

Postscriptum.

The above article was completely written and ready for publication six months ago but its issue has been delayed by difficulties in the printing and engraving. Foreseeing the probability of this delay I sent a preliminary note, embodying my observations on the tubular structure of the sarcois elements of the wing-muscles, to the Royal Society last December, together with a number of photographs from preparations illustrating the principal points to which attention was to be drawn. Shortly afterwards I forwarded to the Royal Society a paper in which I drew a comparison between the structural and contractile appearances of muscle and of amœboid protoplasm. These two papers, which have appeared in the Proceedings of the Royal Society, are to be regarded as supplementary to the one which is here published; and to them will be added a third, embodying photographic observations of the leg-muscles, which I hope shortly to be in a position to publish.

I may also take this opportunity of referring to the appearance, since the above article was in type, of three communications upon the subject of muscle-structure¹). It is impossible for me to criticize these in the present article but I notice with satisfaction that with regard to the structure of the ordinary muscles in general, and the nature of the „accessory disks“ in particular, the conclusions at which Retzius has independently arrived, are very similar to those which I have above endeavoured to set forth²).

April, 1891.

mentioned by their titles. Of these, those by Kölliker, Brücke, Krause, Hensen and Engelmann are so wellknown that a special reference is unnecessary to any who are conversant with the subject. There have been of late so many lists of muscle-literature, and particularly a very complete bibliography by van Gehuchten, that it appears to me superfluous to add to the length of this article by a similar enumeration.

¹) G. Retzius, Muskelfibrille und Sarcoplasma. Biologische Untersuchungen, Neue Folge, I, 1890; J. B. Haycraft, On the minute structure of striped muscle, with special allusion to a new method of investigation, by means of „impressions“ stamped in collodion. Proc. Roy. Soc., Jan. 1891; O Bütschli und W. Schewiakoff, Ueber den feineren Bau der quergestreiften Muskeln von Arthropoden. Vorläufige Mitteilung. Biol. Centralbl., Bd. XI, No. 2, 1891.

²) The history of the subject is also very concisely and clearly given in Retzius' article.

Description of the figures on Plates XV, XVI and XVII.¹⁾

- Fig. 1 *A*. Extended leg-muscle fibre of *Dytiscus marginalis*, living. *a*, dim band; *b*, bright band showing double rows of dots which are the optical section of the transverse networks shown in the cross section (Fig. 2); *c*, indentation of sarcolemma at the bright band; *e*, longitudinal lines of sarcoplasm.
- Fig. 1 *B*. A contraction wave in a leg-muscle fibre of *Dytiscus*. *C*, contracted part of the fibre; *R*, extended or resting part; *P*, part passing into or out of contraction. *a*, *b*, *c* as in Fig. 1; *a'* *a'*, dim bands (in *P*) becoming encroached upon by bright bands *b'*, *b'*; *b''*, *b''*, (in *C*) bright bands now occupying the entire interval before occupied by bright and dim bands; *c'* (in *P*), sarcoplasm accumulating in the situation of the double rows of dots of *R*; *c''*, *c''*, (in *C*), the accumulations of sarcoplasm which form the dark bands of the contracted fibre.
- Fig. 2. Transverse section of leg-fibre of *Dytiscus*, made whilst frozen and examined without addition of fluid. Three nuclei with their connecting protoplasm occupy the middle of the section, from this protoplasm lines of sarcoplasm radiate towards the sarcolemma with oblique communications here and there, giving the appearance of a network with radial meshes.
- Figs. 1 *A* and *B* and Fig. 2 were drawn from the living specimens, under Hartnack's No. 11 immersion objective. They are copied from the Philosophical Transactions for 1873.
- Fig. 3. Leg-muscle of *Locusta*, showing a large amount of interstitial substance or sarcoplasm between the muscle-columns or sarcostyles. Acid-preparation.
- Fig. 4. Amoeboid white corpuscle of *Triton*, killed instantaneously by steam, fixed by alcohol and stained with haematoxylin. The nucleus with its chromatic reticulum is well seen. The protoplasm around the nucleus (spongioplasm) has a granular or reticular look: the peripheral and pseudopodial protoplasm is quite homogeneous and structureless (hyaloplasm).
- Fig. 5. Leg-muscle of *Bombus* showing the appearance of a living fibre at three different focal planes. *A*, superficial focus, showing double rows of dots in the clear band as in Fig. 1; *B*, middle plane of the fibre exactly focussed, showing the line of central nucleated protoplasm and the double rows of dots replaced by lines; *C*, deep focus showing the appearance of a single dotted line in the middle of the clear band.
- Fig. 6. Leg-muscle of *Forficula*, resting and somewhat extended (vinegar, safranin).
- Fig. 7. Leg-muscle of *Harpalus ruficornis*, partly contracted (vinegar, safranin).

¹⁾ Except when otherwise stated, all the figures have been drawn under Zeiss' 2 mm 1.30 aperture apochromatic homogeneous immersion, with No. 8 or No. 12 compensating ocular. Those which are marked with the magnification are traced from photographs; the rest are not to scale. Fig. 38 is diagrammatic in so far that I have attempted, not very successfully, to express the appearances of different foci in partial perspective. All the other figures were as nearly as I could draw them exact representations of the preparations.

- Fig. 8. Leg-muscle of Forficula, contracted (vinegar, safranin).
- Fig. 9. Leg-muscle of Forficula contracted (vinegar, safranin).
- Fig. 10. Leg-muscle of Forficula after the action of vinegar, showing the more central sarcomeres swollen, and irregular or lozenge-shaped.
- Fig. 11. Similar but more regular appearance in leg-muscle of *Harpalus ruficornis* after the action of vinegar.
- Fig. 12. A, B, portions of leg-muscle of *Vespa*, C, of *Harpalus ruficornis*, showing „reticulum“ (vinegar, gold, formic).
- Fig. 13. A, B, Small darkly stained isolated portions of „reticulum“, showing that it is really lamellar.
- Fig. 14. Leg-fibre of *Harpalus ruficornis*, splitting into disks (vinegar, safranin).
- Fig. 15. Isolated disk with polyhedral network from leg-muscle of *Pterostichus niger*. The disk has one edge turned up so as to exhibit a side view (vinegar, safranin).
- Fig. 16. Isolated disk, with radial network, from leg-muscle of *Harpalus ruficornis* (vinegar, gold, formic). Part of the sarcoplasm network is deeply stained.
- Fig. 17. Leg-muscle of *Harpalus ruficornis*, showing the transverse networks alone stained by gold (vinegar, gold, formic). These appear in transverse optical section as dark dots (*a*); in oblique section as short black lines, *b*.
- Fig. 18. Part of an isolated disk of *Harpalus ruficornis*, showing transverse network intensely stained by gold (vinegar, gold, formic). Nothing else was stained at all in this specimen.
- Figs. 19 and 20. Portions of gold-stained disks of leg-muscle of *Harpalus ruficornis*, with the radial sarcoplasmic lamellæ somewhat separated by pressure on the cover-glass. The substance between the sarcoplasmic lines is seen to be subdivided by fine septa (vinegar, gold, formic).
- Fig. 21. Leg-muscle of *Dytiscus marginalis* — osmic preparation. A, viewed with light coming directly through the transverse planes. B, viewed with light coming at an oblique angle to the transverse planes.
- Fig. 22. Leg-muscle of *Dytiscus*, osmic preparation. Teased to show apparent „fibrils“.
- Fig. 23. A single „fibril“ more highly magnified.
- Fig. 24. Portion of leg-muscle of wasp (*Vespa vulgaris*) A, alcohol preparation examined in glycerine. B, the same after cautious addition of formic acid.
- Fig. 25. Wing-sarcostyles of wasp, fresh. A, moderately extended. B, somewhat retracted. C, strongly retracted or contracted.
- Fig. 26. Wing-muscle of wasp: longitudinal view (vinegar, gold, formic).
- Fig. 27. Wing-muscle of wasp: transverse section (vinegar, gold, formic).
- All the remaining figures are from preparations made by the method of Rollett described in the text (p. 205).
- Fig. 28. Wing-sarcostyle (*Vespa*) *a*, retracted part, *b*, more extended part. Magnified 2300 diameters.

- Fig. 29. Three wing-sarcostyles with sarcoplasm-granules between. An isolated sarcous element is also represented. Magnified 870 diameters (Vespa).
- Fig. 30. Moderately extended wing-sarcostyle, magnified 2300 diameters (Vespa).
- Fig. 31. Three wing-sarcomeres, showing the attachment of the envelope to the transverse membranes and the structure of the sarcous elements. Magnified 2300 diameters (Vespa).
- Fig. 32. Part of wing-sarcostyle, with sarcous element split longitudinally (Vespa).
- Fig. 33. Three wing-sarcomeres showing sarcous elements dragged into a cup-shape in process of teasing (Vespa).
- Fig. 34. Wing-sarcostyle, extended, with some of the sarcous elements partly dislocated (Vespa).
- Fig. 35. Sarcostyle of wing-muscle (Vespa) extended, showing the sarcous elements cleft in the middle (Hensen's stria). Magnified 2300 diameters.
- Fig. 36. Sarcostyle of wing-muscle showing tendency to separation of the ends of the sarcous elements (Vespa). Magnified 2300 diameters.
- Fig. 37. Isolated sarcous elements of wing-muscle of Vespa, showing their tubular composition. *a*, surface view *b*, profile view. Magnified 2300 diameters.
- Fig. 38. Part of sarcostyle of wing-muscle of Vespa with the sarcous elements seen obliquely. Diagrammatic.
- Fig. 39. Leg-muscle of *Harpalus ruficornis*, showing long sarcous elements with short clear intervals. The sarcoplasm is also seen.
- Fig. 40. Leg-muscle of the same with short sarcous elements and long clear intervals within which the sarcoplasmic enlargements (here double) are very distinct.
- Fig. 41. Similar fibre from leg-muscle of *Vespa vulgaris* with short sarcous elements and long clear intervals, showing the ordinary appearance of the sarcoplasmic enlargements. The transverse membranes are also apparent.
- Fig. 42. Fibre of leg-muscle of *Harpalus ruficornis* retracted, showing short, square looking sarcous elements and short clear intervals. The sarcoplasm, which is quite unstained, is in the form of clear longitudinal lines.
- Fig. 43. Fibre of leg-muscle of *Harpalus ruficornis*, showing moderately long sarcous elements, stained by gold, and also the sarcoplasm with a double row of enlargements in the clear intervals.
- Fig. 44. Similar fibre from a small species of *Vespa*, partly broken. The transverse membranes are also shown.
-

**Preliminary Report of the Committee on Anatomical
Nomenclature, adopted Dec. 28, 1889 by the Association
of American Anatomists without dissent.**

„The Committee recommend:

1. That the adjectives *dorsal* and *ventral* be employed in place of *posterior* and *anterior* as commonly used in human anatomy, and in place of *upper* and *lower* as sometimes used in comparative anatomy.

2. That the cornua of the spinal cord, and the spinal nerve-roots, be designated as *dorsal* and *ventral* — rather than as *posterior* and *anterior*.

3. That the costiferous vertebrae be called *thoracic* rather than *dorsal*.

4. That the *hippocampus minor* be called *calcar*, the *hippocampus major*, *hippocampus*; the *pons Varolii*, *pons*; the *insula Reilii*, *insula*; *pia mater* and *dura mater*, respectively *pia* and *dura*.”

Signed by all the members.

Joseph Leidy „Chair“; Harrison Allen; Frank Baker; T. B. Stowell; B. G. Wilder, *Secr.* — Thomas Dwight was added to the committee.

The committee desire frank and full expressions of opinion from scientific and medical journals, from individuals to whom copies are sent, and from any others who are interested in the subject.

Burt G. Wilder, *Secr.*

Cornell University Ithaca, N. Y.,

Jan. 6, 1890.

Nouvelles universitaires.*)

Der Professor der vergleichenden Anatomie etc. W. K. Parker ist am 3. Juli 1890 in Cardiff, 67 Jahre alt, gestorben.

Mr. Welldon F. R. S. has been appointed Professor of Zoology and Comparative Anatomy in University College London.

Der Privatdocent Dr. F. Hermann in Erlangen ist zum ausserordentlichen Professor und Prosector daselbst ernannt worden.

Der Professor der Anatomie in Athen L. Papajoannu, Verfasser eines eben vollendeten grossen neugriechischen Handbuches der Anatomie, ist zu Athen, 58 Jahre alt, am 23. Dezember 1890 gestorben.

Professor R. Bonnet in Würzburg ist zum ordentlichen Professor der Anatomie und Director des anatomischen Instituts in Giessen ernannt worden.

Der Privatdocent der Anatomie, Dr. Graf F. Spee in Kiel ist zum ausserordentlichen Professor daselbst ernannt worden.

Der Privatdocent der Anatomie, Dr. Oscar Schultze in Würzburg ist zum ausserordentlichen Professor daselbst ernannt worden.

Der ausserordentliche Professor, Prosector Dr. Decker in Würzburg ist in den Ruhestand getreten.

Dr. A. E. Fick in Würzburg ist zum Prosector des anatomischen Institutes daselbst ernannt worden.

Am. | Der Privatdocent der Anatomie Dr. O. Pfitzner in Strassburg i. E. ist zum ausserordentlichen Professor daselbst ernannt worden.

*) Nous prions instamment nos rédacteurs et abonnés de vouloir bien nous transmettre le plus promptement possible toutes les nouvelles qui intéressent l'enseignement de l'Anatomie et de la Physiologie dans les facultés et universités de leur pays. Le „Journal international mensuel“ les fera connaître dans le plus bref délai.

Studien über die Stäbchenschicht der Vögel

von

C. Ritter.

(Hierzu Taf. XIV.)

1. Die Zapfen der Vögel.

Bei einem Versuche, die Ergebnisse meiner letzten Arbeit¹⁾ über die Zapfen der Fische zu verallgemeinern, kam es vor allem auf die Untersuchung der Retina der Vögel an. Einmal halte ich die Vogelretina überhaupt für das Paradigma dieser Membran, dann aber erschien hier der Oeltropfen der Zapfen als völliges Hindernis der Uebertragung des gefundenen Baues auf die Zapfen der Vogelretina. Aber es war mir schon bei der Untersuchung der Fischzapfen eine grosse Aehnlichkeit der dicken äussersten Windungen des Fadens im Innengliede der Fischzapfen mit dem Oeltropfen der Vögel aufgefallen. Schon bei der Untersuchung der Fischzapfen kam mir der Gedanke, ob nicht der Oeltropfen der Vögel ebenfalls die Windung eines Fadens darstelle.

Die Untersuchung wurde nach gleicher Methode wie bei den Fischen gemacht. Die völlig frischen Augen wurden möglichst noch warm in Müller'sche oder Erlitzky'sche Lösung gelegt, nach einigen Tagen in Wasser übertragen, welchem einige Tropfen Osmiumsäure zugesetzt waren. Feine Querschnitte wurden dann in Eosinlösung ($1/1000$) gelegt und in dieser einen bis mehrere Tage gelassen. Ich habe die Augen des Sperlings (*fringilla domestica*), des Rebhuhns (*perdix cinerea*), der Ente (*anas domestica*), des Wachtelkönigs (*crex pratensis*), der Krähe (*corvus frugilegus*) und der Tüte (*charadrius pluvialis*) untersucht.

¹⁾ Internationale Monatsschrift f. Anat. u. Physiologie, Bd. VIII. H. 3. S. 128.

Die Zapfen der Vogelretina scheiden sich scharf in ein dünnes Aussenglied und ein breites Innenglied. Die Scheidung geschieht in derselben Ebene, in welcher sich die Aussenglieder der Stäbchen von den Innengliedern derselben absetzen. Sowohl das Aussenglied als das Innenglied sind von einer feinen Membran überzogen, welche von dem Aussengliede ohne Weiteres auf das Innenglied übergeht. Sie hängt dem Aussengliede nur lose an und verbindet sich mit der Substanz des Innengliedes viel fester.

Das Aussenglied der Vogelzapfen wird von einem feinen Anhang gebildet, welcher dem Innengliede in der Mitte der Axe anhaftet und ungefähr 0,001 mm breit ist (Taf. XIV. Fig. 1). Seine Länge habe ich bis zu 0,025 mm gemessen. Die gewöhnliche Angabe ist, dass das Aussenglied der Vogelzapfen viel kürzer ist, als das Aussenglied der Stäbchen. Allein bei längerer Untersuchung bin ich darüber zweifelhaft geworden. Ich kann nur sagen, bei den meisten Vögeln ist das Aussenglied über 0,025 mm anzunehmen. Es ist mir sehr wahrscheinlich, dass die Aussenglieder immer an ihren Spitzen abreißen und ihre wahre Länge zu bestimmen unmöglich ist. Nur in dem seltenen Falle, dass die Membran sich blasenförmig von ihrem Inhalt abhebt, könnte man glauben, das Aussenglied völlig unversehrt vor sich zu haben. Das habe ich aber nur einmal beim Wachtelkönig gefunden, bei welchem alle Verhältnisse sehr klein sind. Die Länge betrug hier nur 0,01 mm (Fig. 1 *a*). Uebrigens ist es mir zweifelhaft, ob die Länge des Aussengliedes immer dieselbe ist. Ich bin sehr geneigt, die Contractilität der Zapfen in die Aussenglieder zu verlegen.

Die Membran des Aussengliedes ist sehr fein, sie hebt sich zuweilen von dem Inhalt ab (Fig. 1 *a* und *d*). Dieser Inhalt wird von einem feinen, spiralig gewundenen Faden gebildet. Ob der Faden in seiner Isolierung noch von der Membran bedeckt wird oder ob diese sich von ihm getrennt hat, ist nicht immer zu sagen. Der Faden ist in sehr kurzen Windungen gebogen, welche gegen das Innenglied etwas ausgedehnter werden. Bei der Ente habe ich fast regelmässig vier Windungen gezählt (Fig. 1 *d*); bei anderen Vögeln, Rebhuhn, Sperling, Tüte, habe ich die Windungen nicht zählen können, da ihre Krümmung zu wenig ausgedehnt war. Da aber die Länge des Aussen-

gliedes nicht mit Sicherheit zu bestimmen ist, so hat auch die Zahl der Windungen keinen abschliessenden Wert. Schon die äusserste Windung des Fadens hat etwas Glanz und an jeder Windung nach innen ist ein etwas stärkerer Glanz bemerkbar. Die innerste Windung geht in die farbige Kugel des Innengliedes über. Die Breite des Fadens scheint nach innen etwas zuzunehmen, im Ganzen überschreitet sie 0,001 mm nur wenig. Die Breite desselben ist ferner bei allen Vögeln, welche ich untersuchte, ungefähr dieselbe.¹⁾ Die farbige Kugel oder der Oeltropfen des Innengliedes schliesst dieses immer nach aussen ab. Sie ist rot oder gelb gefärbt, glänzt stark und hat runde Form. Ihr Durchmesser beträgt bei der Ente 0,005 mm, beim Wachtelkönig 0,0025 mm. Der Durchmesser schwankt bei den einzelnen Vögeln fast gar nicht. Ob die Kugel eine wirkliche Kugel darstellt, ist mir zweifelhaft; ich halte sie für linsenförmig, weil die Zapfeninnenglieder bei Drehungen zwei schmalere Seiten zeigen und immer auf die beiden breiteren Seiten zurückfallen. Isoliert schwimmt die Kugel nicht wie eine Kugel, welche sich nach allen Seiten dreht, sondern wie eine Linse, welche dem Beschauer immer die breite Seite zeigt.

Die letzte Windung des Spiralfadens des Aussengliedes geht also in die farbige Kugel über und es zeigen sich bei richtiger Härtung als ihre Fortsetzung in der Kugel die Windungen eines stark glänzenden gefärbten Fadens. Die Kugel wird eben ganz und gar von den Windungen dieses Fadens gebildet und stellt nichts als einen Knäuel desselben dar. Bei Zerdrücken der Kugel kann man die einzelnen Windungen isolieren, man kann sie auch häufig über einen ganzen Diameter des farbigen Knäuels verfolgen (Fig. 1 *a* bis *d*). Der Ansatz des äusseren Fadens an die Kugel ist nicht immer auf der äusseren Kuppe, sondern eben so häufig an einer Seite. Die Breite des Fadens bleibt innerhalb der farbigen Kugel dieselbe wie vorher, also 0,001 mm.

¹⁾ Es wäre vielleicht die Frage zu entscheiden, ob Max Schultze diesen Spiralfaden schon als Plättchenzerfall beschrieben hat (Strickers Handbuch). Obgleich vieles in seiner Beschreibung, z. B. die Breitenmaasse, meinen Angaben völlig widerstreitet, so ist es doch meine persönliche Meinung, dass M. Schultze die Spiralen des Fadens gesehen hat. Für mich hat nur die Deutung der Sache Wert und meine Deutung ist allerdings von derjenigen Schultzes sehr verschieden.

Wie viele Windungen des Fadens in der Kugel enthalten sind, liesse sich bei sicherer Feststellung des Körpers, ob kugel- oder linsenförmig, am Ende mathematisch berechnen. Ich habe in der mir gegenüberliegenden Fläche bis vier Windungen gesehen und öfters fünf Windungen in der ganzen Rundung gezählt. Eine sehr grosse Zahl von Windungen ist nicht in der Kugel enthalten, wie es den angegebenen Dimensionen entspricht.

Der Faden innerhalb der Kugel glänzt und hat die charakteristische Farbe, welche er der Kugel verleiht. An der inneren Seite verlässt der Faden die Kugel wieder, indem er Glanz und Farbe verliert und in die Biegungen eines sehr lichtschwachen Fadens übergeht.

Dieser innere Faden ist auch nach der Eosinfärbung schwierig zu verfolgen. Der äussere Teil des Innengliedes ist gewöhnlich stärker granuliert, als der innere. Es ist diese Scheidung ungefähr in der Mitte des Innengliedes öfters recht deutlich zu erkennen, in anderen Fällen ist der Uebergang ganz allmählich. In dem äusseren, stärker granulierten Teile sind die Windungen des feinen Fadens fast immer zu finden. Der Faden ist etwas unter 0,001 mm breit. Seine Windungen sind zuweilen regelmässig angelegt, öfters aber ganz unregelmässig, und zwar findet sich diese Verschiedenheit bei allen Vögelarten. Bei regelmässiger Lagerung des Fadens scheint es eine weit angelegte Spirale zu sein. Viel schwieriger ist die Verfolgung des Fadens in der inneren Hälfte des Innengliedes. Nur in sehr wenigen Fällen habe ich hier die sehr regelmässig gebogenen Spiralen des feinen Fadens gesehen und bis dicht zu dem Zapfenkorn verfolgt. Eine völlige Verbindung zwischen dem Korn und dem Faden habe ich nicht verfolgen können; wenngleich sie so nahe bei einander lagen, dass für mich kein Zweifel bestand (Fig. 2, die letzten Bilder).

Die Länge des Innengliedes beträgt gewöhnlich 0,03 mm; die Breite etwa 0,009; beim Wachtelkönig sind die Verhältnisse etwas geringer. Die Membran, welche von dem Aussengliede auf das Innenglied tritt, verbindet sich mit der Substanz desselben so fest, dass sie nirgends sich abhebt. Neben den Windungen des Fadens besteht also im Innengliede eine durchsichtige Substanz, welche den Faden zusammenhält. In dem äusseren Teile des Innengliedes ist diese Sub-

stanz spärlicher, in dem inneren Teile nimmt sie an Masse sehr zu. Nur der äussere Teil des Innengliedes bietet völlige Analogie mit den Innengliedern der von mir beschriebenen Fische, während der innere Teil den Füßen der Hechtzapfen ähnlicher erscheint. In dem Innenteile der Zapfen liegt noch eine Lücke meiner Untersuchungen, welche ich bis jetzt nicht habe ausfüllen können.

2. Die Stäbchen der Vögel.

Untersucht wurde nach gleicher Methode an denselben Arten, wie in dem ersten Teile (S. 243).

Die Stäbchen der Vögel sind scharf geschieden in ein Aussenglied und ein Innenglied. Das Aussenglied erscheint hell, matt glänzend und endigt gewöhnlich nach aussen in eine scharfe Spitze, welche häufig abreisst und daher bei nicht genauer Untersuchung leicht übersehen wird. Die äussere Endigung des Aussengliedes biegt sich leicht in sich zurück und erhält dann ein kolbiges Ansehen. Die Länge des Aussengliedes ist sehr verschieden. Ich habe sie oft zu 0,045 mm bestimmt. Da sie aber als contractil anzunehmen sind, so ist die Länge wechselnd anzusehen. Die Breite der Aussenglieder ist von mir immer gleich bei allen Vögeln mit 0,0025 mm gemessen. Der spitze Fortsatz hat eine minimale Breite.

Das Innenglied scheidet sich wieder in zwei Teile und besteht aus einem breiteren Körper und einem schlanken Fuss, welcher mit dem Korn zusammenhängt. Der Körper ist etwa doppelt so breit, als das Aussenglied und rundlich begrenzt, hat aber einen sehr feinen, kaum bemerkbaren Contour. Im ungehärteten Zustande möchte diese Anschwellung des Stäbchens nicht vorhanden sein und wird dafür diese Stelle des Stäbchens stärker in die Länge gedehnt sein. Der Fuss hat wieder einen schärferen, etwas geschwungenen Umriss und endigt nach einer engeren Stelle etwas gewulstet nach innen.

Die Stäbchen besitzen eine feine Hülle, welche im Aussengliede etwas stärker, am Körper erheblich dünner und am Fusse wieder etwas stärker anzunehmen ist.

Die Hülle umgiebt im Aussengliede fest und anschliessend einen spiralig gewundenen Körper, welcher ganz gleichmässig feine Win-

dungen bildet. Die Breite dieses Körpers, welchen ich als Faden bezeichnen will, beträgt 0,002 mm. Die Masse des Aussengliedes ist glänzend, einmal weil die Hülle dasselbe fest umschliesst, zweitens aber weil der Spiralfaden selbst glänzt (Fig. 3). Die Windungen des Fadens sind nur wenig ausgedehnter, wie die Dicke desselben, doch herrscht in diesem Verhältnisse eine gewisse Abwechslung bei verschiedenen Gattungen. Im Ganzen möchte ich sagen, dass die Breite der Windungen bei grösseren Vögeln etwas ausgedehnter ist, als bei kleinen; bei der Krähe sind sie ausgedehnter, als bei dem Sperling.

Das spitze Anhängsel des Aussengliedes, welches von demselben nach aussen geht, habe ich einmal beim Sperling bis zu 0,02 mm Länge gefunden, gewöhnlich ist es nur 0,005 mm lang. Aber über die wahre Länge ist eine Sicherheit nicht zu gewinnen, da sie meistens abbrechen. Die grösste gefundene Länge als die der Wahrheit am nächsten kommende anzusehen, scheint mir keine Bürgschaft in sich zu haben. Dieser spitze Fortsatz sitzt meistens in der Mitte dem Aussengliede auf und verläuft in der Axe desselben, so z. B. bei der Tüte (*charadrius pluvialis*), bei welcher er regelmässig gefunden wird. Beim Sperling (*passer domesticus*) dagegen sitzt er meistens an einer Ecke, einmal habe ich beim Rebhuhn zwei solche Anhängsel gefunden, je einen an einer der beiden Ecken. Aber ich bemerke, dass ich gleiches nicht wieder gesehen habe. Diese Fortsätze enthalten nichts von dem Spiralfaden, sie scheinen daher nur zur sicheren Befestigung der Stäbchen in den Pigmentzellen zu dienen.

Der Uebergang des Aussengliedes in das Innenglied geschieht nicht immer in der gleichen Ebene, zuweilen und besonders häufig beim Rebhuhn erscheint der Ansatz des Aussengliedes in schräger Ebene. Ich kann aber auf diese Verschiedenheit kein grosses Gewicht legen, da hier leicht eine postmortale Verschiebung stattgefunden haben kann.

Die Länge des Innengliedes habe ich durchschnittlich zu 0,032 mm bestimmt mit sehr geringen Varianten, davon nimmt der Körper etwa den dritten Teil, den Rest der schlanke Fuss ein. Die Fortsetzung der äusseren Hülle, welche von dem Aussengliede kommt, wird an dem Körper des Innengliedes fast unsichtbar, sie wird also dünner und verliert allen Glanz, da der Inhalt nicht mehr glänzend ist. Erst am

Füsse erhält die Hülle wieder ein strafferes, schärferes Ansehen, aber ohne Glanz.

Der Inhalt des Körpers wird nun von den Windungen eines feinen Fadens gegeben, welcher die Fortsetzung des Spiralfadens des Aussengliedes ist. Die Windungen desselben sind völlig unregelmässig, sie verfolgen keine bestimmte Richtung, bald gehen sie nach oben, bald nach unten. Der Faden ist ausserordentlich lichtschwach, ohne die Eosinfärbung habe ich ihn nicht erkannt. Er hat ungefähr eine Breite von 0,001 mm; ist also etwa halb so breit, als der Spiralfaden des Aussengliedes. Durch die Unregelmässigkeit seiner Windungen wird es bedingt, dass sich dieser Teil des Innengliedes nach dem Tode ausdehnt und den von mir sogenannten Körper darstellt. An dem inneren Ende desselben findet sich die von W. Krause zuerst gesehene dreieckige, konische Figur, welche auch von Max Schultze beschrieben ist (Fig. 3 *c*, *d*, *e*). Sie stellt im Uebergange des Körpers zum Fusse einen Pflock dar, welcher die Hülle völlig erfüllt. Er hat etwa eine Länge von 0,003 mm; wird nach aussen etwas breiter, 0,0025 mm, und nach innen allmählich etwas schmaler, bis er die Breite von 0,0015 mm erreicht hat. Es ist diese Figur nicht regelmässig bei allen Vögeln zu bemerken, am sichersten habe ich sie bei der Tüte und dem Wachtelkönig gesehen. Sie stellt den Uebergang des regellosen Fadens des Körpers in den Fuss des Stäbchens dar, indem derselbe noch einmal zu regelmässigen Windungen zurückkehrt und gewöhnlich in drei immer kürzer werdenden, eng aneinander liegenden Windungen in den einfachen, gerade verlaufenden centralen Faden des Fusses übergeht. In einzelnen Fällen erscheint die Figur etwas länger, bis zu 0,006 mm, dann verliert sie aber schon im Anfang den dunkelglänzenden Ausdruck, weil die Windungen aufhören und nie die Zahl von drei überschreiten. Diese Zahl ist mir fast regelmässig vorgekommen. Die längere Form der Figur giebt ihr eine mehr stabförmige Gestalt (Fig. 3 *e*). Die hellere, rötlich gefärbte Verlängerung der conischen Figur nach innen ist ein einfacher, gleich dicker Faden. Gewöhnlich aber sieht man nur eine rötliche Linie in der Mitte des Fusses verlaufen, welche den in seiner Mitte liegenden centralen Faden andeutet (Fig. 3). Den Glanz des Aussengliedes

erreicht der Fuss nirgends, trotz seines schlanken, leicht gebogenen Baues, weil der centrale Faden keinen Glanz hat. Der centrale Faden endigt vor dem trichterartigen inneren Ende des Stäbchenfusses, indem er in das Stäbchenkorn übergeht (Fig. 3 b).

In allen von mir untersuchten Vogelaugen habe ich eine grosse Uebereinstimmung des Baues der Stäbchen gefunden. Die Abweichungen bestanden nur in dem spitzen Anhängsel des Aussengliedes, welches sich beim Sperling und Rebhuhn an den äusseren Seiten, bei der Tüte in der Mitte findet und bei anderen Vögeln vermisst wird; ferner in der Länge des Aussengliedes, dann in dem Ansätze des Aussengliedes an das Innenglied und endlich in dem Hervortreten der konischen Figur beim Uebergange des gewundenen Fadens des Stäbchenkörpers in den geraden Faden des Fusses. Sonst herrscht bei allen von mir untersuchten Vogelarten eine wunderbare Uebereinstimmung im Baue der Stäbchen, und es ist leicht zu erkennen, dass die Abweichungen zum grössten Teil solche sind, welche sich aus der zufälligen Art der Conservation oder aus postmortalen Veränderungen erklären lassen. Erst nach monatelangen Untersuchungen war ich im Stande, die Stäbchen der einzelnen Vögel unter der Mikroskope sicher zu unterscheiden. Die Stäbchen des Rebhuhns sind allerdings nicht so schwer durch den schiefen Ansatz des Aussengliedes erkennbar und die des Wachtelkönigs durch die Feinheit aller Teile. Aber in der so grossen Uebereinstimmung der von mir untersuchten Vögel liegt eine grosse Gewähr, dass die von mir beschriebene Bildung der Stäbchen sich in der ganzen Reihe der Vögel wieder finden wird.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen haben bei aller Verschiedenheit doch auch eine grosse Uebereinstimmung in dem Baue der beiden Elemente der Stäbchenschicht erwiesen. Die Uebereinstimmung im Baue der Zapfen und der Stäbchen der Vögel ist, wenn die Resultate dieser Arbeit der Kritik standhalten, eine bis jetzt ungeahnte. Ich weise darauf hin, dass es eine alte Erfahrung ist, dass alle Retinaforscher nach einiger Erfahrung zu der Ansicht kommen, Stäbchen und Zapfen hätten in ihrem Wesen viel gleiches. Ein weiterer Schritt auf diesem Wege scheint mir durch die vorliegenden Arbeiten gemacht, welche völlig unbefangen unternommen, zu jenem schon so

lange von mir vertretenen Standpunkte führten. Immerhin sind die Verschiedenheiten beider Elemente noch so gross, dass sie hinreichende Begründung für verschiedene Leistungen der Stäbchen und der Zapfen bieten.

Erklärung der Tafel XIV.

Fig. 1. Zapfenaussenglieder und ihr Zusammenhang mit der farbigen Kugel

a) vom Wachtelkönig;

Die erste Figur zeigt die Hülle des Aussengliedes, den Spiralfaden und seinen Uebergang in die farbige Kugel. Die zweite Figur den Spiralfaden und die Kugel ohne Hülle.

b) vom Sperling;

Die dritte Figur zeigt den Faden der farbigen Kugel nach innen viergeteilt.

c) vom Rebhuhn;

d) von der Ente.

Fig. 2. Zapfeninnenglieder mit den farbigen Kugeln.

Die ersten fünf Figuren von der Ente, die sechste vom Wachtelkönig. Der Verlauf des gewundenen Fadens in dem Innengliede, sein Zusammenhang mit der farbigen Kugel, sein Verlauf bis zum inneren Ende und in die Nähe des Kornes.

Fig. 3. Stäbchen

a) vom Rebhuhn;


b) vom Sperling. Zusammenhang mit dem Korn ohne Faden im Fuss;

c u. d) von der Tüte. Anhängsel der Aussenglieder. Konische Körper und centrale Faden im Fuss;

e) vom Wachtelkönig. Stabförmiger konischer Körper.

Die Bilder sind bei 500facher Vergrösserung Leitz 7 III gezeichnet.

Bremervörde, 15. December 1890.



Die Nervenendigung im electrischen Organ.

Dritter Artikel ¹⁾

von

W. Krause.

(Hierzu Taf. XII.)

Seit der Veröffentlichung meiner früheren Aufsätze über den Bau der electrischen Lamellen bei *Torpedo ocellata* sind drei Nachuntersuchungen erschienen, deren Resultate jedoch wesentlich unter einander abweichen.

In der ersten dieser Arbeiten, der von Ciaccio²⁾, hält letzterer an seinen früheren Anschauungen fest, worauf hier verwiesen werden darf, mit einer unten zu erörternden Ausnahme, welche die sog. electrische Punktierung betrifft. Die zweite der genannten Mittheilungen rührt von Ramón y Cajal³⁾ her. Er sagt:

Tales placas, que se conocen con el nombre de *láminas eléctricas*, son verdaderas células gigantes multinucleares, que poseen una membrana dorsal hialina, brillante y tingible por la hematoxilina y las anilinas; una capa limitante inferior, granulosa, apenas perceptible, en cuya superficie se terminan los filetes nerviosos; y una capa protoplasmática media, sumamente transparente, que encierra esparcidos, acá y allá, núcleos escasos, esferoidales y algo aplanados. Este protoplasma, examinado con fuertes objetivos, aparece formada de un

¹⁾ S. diese Monatsschrift. 1886. Bd. III. H. 8. S. 285 und 1887. Bd. IV. H. 9. S. 371.

²⁾ Se la terminazione de'nervi nelle piastre elettriche delle Torpedine sia un plesso o una rete o veramente nè l'uno nè l'altro, ma una cosa tutta speciale. Brescia. 1888.

³⁾ Manual de histología normal y de técnica micrográfica. Valencia. Cuad. 7. 1888. S. 579—582.

reticulum finísimo, de hilos flexuosos, moniliformes, que arrancan de la membrana dorsal para venir á perderse, bien en la cubierta inferior, bien en el mismo espesor del protoplasma (fig. 2, e). Por lo común, el retículo se presenta como acumulado junto á la membrana dorsal, existiendo un espacio más claro en la mitad inferior de la lámina eléctrica. No hemos podido confirmar la aserción de Krause, quien dice haber visto claramente estriaciones transversales en las hebras del retículo. Según este autor, la existencia de tales estriaciones y la analogía de propiedades que éstas ofrecen comparadas con las de los músculos, permitirían considerar el *reticulum* de las láminas eléctricas como sustancialmente idéntico al de las fibras musculares.

Los nervios destinados al aparato eléctrico son gruesos y proceden del lóbulo cerebral eléctrico, órgano notablemente voluminoso y caracterizado por la enorme talla de sus células. Los nervios recorren los tabiques conjuntivos interprismáticos y se descomponen en gruesos tubos independientes, los cuales, al abordar las láminas eléctricas donde han de distribuirse, se dividen, al nivel de una estrangulación, en un ramillete de 15 á 20 tubos medulares más finos (*ramilletes* de Wagner). Insinúanse estas fibras entre las láminas eléctricas y, aplicadas á la cara abdominal de las mismas, divídense y subdivídense repetidas veces hasta quedar reducidas á fibras pálidas ó simples cilindros ejes. Cada fibra medular está rodeada, además de la vaina de Schwan, por una cubierta delgada guarnecida de núcleos y muy semejante á la vaina de Henle (*vaina secundaria* de Ranvier). Dicha cubierta no cesa en el punto en que desaparece la mielina, sino que se prolonga algún trecho en torno del *cilinder* concluyendo por un reborde anular. En cuanto al cilindro eje, se bifurca repetidas veces en ángulo muy abierto y sus ramitas más delicadas suministran una infinidad de tallos cortos, flexuosos, algo engruesados, que constituyen una arborización terminal apretada y complicadísima. Como las fibras pálidas son numerosísimas, y las arborizaciones que cada una de ellas engendra están muy próximas, puede afirmarse que toda la cara abdominal de la lámina eléctrica está cubierta del rameado terminal. Contra la opinión de ciertos autores, creemos que las ramitas terminales no se anastomosan: de ello puede convencerse cualquiera fácilmente exami-

nando una arborización impregnada por el nitrato de plata. En los puntos en que aparentan los tallos fusionarse, un buen objetivo de inmersión demuestra que hay simple superposición.

De la cara superior (la que se aplica á la lámina eléctrica) de los tallos pálidos arrancan unas pestañas, ó hilos cortos y brillantes que terminan adhiriéndose íntimamente al protoplasma de la lámina eléctrica. Dichas pestañas, que aparecen en las vistas de plano de la arborización como un punteado oscuro, se distinguen muy bien en los cortes transversales bajo la forma de una estriación marginal. La observación atenta de estos cortes pone de manifiesto que las tales pestañas parten exclusivamente de los tallos pálidos de la arborización y no de la materia transparente que los separa.

„Diese Platten sind unter dem Namen *electrische Lamellen* bekannt, sie sind wahre vielkernige Riesenzellen, welche eine hyaline glänzende durch Haematoxylin oder Anilinfarben tingierbare Dorsalmembran besitzen; eine untere Grenzsicht, körnig, kaum wahrnehmbar, an deren Oberfläche die Nervenfasern endigen; und eine mittlere protoplasmatische Schicht, sehr durchscheinend, welche hier und da eingestreute sparsame kuglige oder etwas abgeplattete Kerne enthält. Dieses Protoplasma erscheint mit starken Objectiven untersucht als aus einem sehr feinen *Netzwerk* gebildet, von gewundenen (*flexuosos*), perlschnurförmigen Fäden, welche von der Dorsalmembran ausgehen, um sich theils an der unteren Grenzsicht, theils in der Mitte der Dicke des Protoplasma zu verlieren (Taf. XII. Fig. 2 e). Gewöhnlich zeigt sich das Protoplasma an der Dorsalmembran angehäuft, während ein hellerer Raum in der unteren Hälfte der electrischen Lamelle existiert. Wir können die Versicherung von Krause nicht bestätigen, der sagt, er habe deutliche Querstreifen an den Fäden des Netzwerkes gesehen. Nach diesem Autor würden die Existenz solcher Streifungen und die Analogie der Eigenschaften, welche dieselben, mit den Muskeln verglichen, darbieten, gestatten, das Netzwerk der electrischen Lamellen als im wesentlichen identisch mit den Muskelfasern zu betrachten.

Die für den electrischen Apparat bestimmten Nervenfasern sind dick, sie stammen aus dem electrischen Lappen des Gehirnes, einem bemerkenswert umfangreichen Organe, welches durch die enorme Grösse

seiner Zellen charakterisiert wird. Die Nerven verlaufen in den bindegewebigen Scheidewänden zwischen den Prismen und zerfallen in einzeln verlaufende starke Röhren, welche, so bald sie die electrischen Lamellen, an die sie sich verteilen, erreichen, sich im Niveau einer Einschnürung in ein Büschel von 15—20 markhaltigen aber feinen Röhren teilen (*Büschel* von Wagner). Diese Fasern dringen zwischen die electrischen Lamellen ein und an die Bauchseite derselben angeschmiegt, teilen sie sich wiederholt, bis sie auf blasse Fibrillen oder einfache Axencylinder reduciert sind. Jede markhaltige Faser wird, ausser der Schwann'schen Scheide von einer mit Kernen versehenen Hülle bekleidet, die der Henle'schen Scheide gleicht (*secundäre Scheide* von Ranvier). Diese Hülle hört nicht an der Stelle auf, wo das Myelin verschwindet, sondern setzt sich noch eine Strecke rings um den Cylinder fort und endigt mit einem kreisförmigen Rande. Was den Axencylinder anlangt, so teilt er sich wiederholt unter einem stumpfen Winkel und seine zarteren Aeste liefern eine Unzahl kurzer, gebogener, ebenfalls grobkörniger Zweige, die eine sehr complicierte baumförmige Verzweigung darstellen. Da die blassen Fasern sehr zahlreich sind und die Verästelungen, welche jede derselben liefert, sehr dicht aneinander liegen, so kann man behaupten, dass die ganze ventrale Fläche der electrischen Lamelle von der Terminalverästelung bekleidet wird. Gegenüber der Ansicht gewisser Schriftsteller glauben wir, dass die terminalen Zweige nicht anastomosieren; hiervon kann Jeder sich ziemlich leicht überzeugen, wenn man eine mit Silbernitrat dargestellte Verzweigung untersucht. An den Stellen, wo die Zweige zu verschmelzen scheinen, zeigt ein gutes Immersionssystem, dass es sich um einfache Uebereinanderlagerung handelt.

Von der oberen Wand (welche sich an die electrische Lamelle anlegt) der blassen Fasern gehen Cilien oder kurze glänzende Fasern aus, welche aufhören, indem sie sich innig an das Protoplasma der electrischen Lamelle anheften. Diese Cilien, welche in der Flächenansicht der Lamellen wie eine dunkle Punktierung erscheinen, zeigen sich sehr deutlich auf Querschnitten in Form einer Streifung des Randes. Aufmerksame Beobachtung dieser kurzen Fäden ergiebt klar, dass jene Cilien ausschliesslich von den blassen Zweigen der baum-

förmigen Verästelung und nicht von der durchsichtigen Substanz ausgehen, welche sie trennt.“

Wie schon aus der sicherheitshalber übersetzten Beschreibung hervorgeht und wie sonst allgemein angenommen wird, haben die modernen Hilfsmittel an den erwähnten Lamellen des electrischen Organs einen complicierten Bau aufgedeckt. Abgesehen vom Bindegewebe und den Nerven zwischen den Lamellen und der von mir sogenannten *Membrana perforata*, die hier nicht in Frage kommt, wurden an jeder Lamelle in der Richtung vom Dorsum ventralwärts constatirt:

Eine bindegewebige Dorsalmembran; über diese besteht keine Controverse.

Eine Gallertsubstanz, welche eingelagerte Bogenfasern und interstitielle fettähnliche Körnchen enthält.

Ein Palissadensaum, der in der Profilansicht als Stäbchensaum, in der Flächenansicht wie eine Punktierung erscheint.

Ein Plexus blasser Nervenfasern, der seit Kölliker¹⁾ und Max Schultze²⁾ von Vielen für ein Endnetz gehalten wird. Andere [Boll³⁾, ich⁴⁾] haben die Anastomosen für nur scheinbar erklärt und eine baum- oder blattförmige Verästelung der Nervenfasern angenommen. Diese Controverse kommt hier ebenfalls nicht in Betracht und es sei wie früher⁵⁾ gestattet, der Kürze halber den Ausdruck Terminalplexus beizubehalten, mag letzterer ein nur scheinbares oder ein wirkliches Netz bilden.

Da nicht Jeder die electrischen Organe aus eigener Anschauung kennt, obgleich es heute wenig Schwierigkeiten hat, sich solche zu verschaffen, so mag es nützlich erscheinen, die vorliegenden Widersprüche aufzuklären.

1. Die electrischen Bogenfasern bilden den ersten Controverspunkt. Vor fünf Jahren beschrieb ich⁶⁾ nämlich in den Lamellen

¹⁾ Verhandlungen der phys.-med. Gesellschaft zu Würzburg. 1856. Bd. VIII.

²⁾ Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Halle. 1859. Bd. V.

³⁾ Archiv f. Anatomie u. Physiologie. 1876. S. 462.

⁴⁾ l. c. 1886. Bd. III. S. 289.

⁵⁾ Diese Monatsschrift. 1886. Bd. III. S. 289. Vergl. dazu Ciaccio l. c. und Fritsch l. c. S. 111.

⁶⁾ Diese Monatsschrift. 1886. Bd. III. H. 8. S. 285.

des electrischen Organes von *Torpedo ocellata* *Bogenfasern*, die sich dadurch charakterisieren, dass ihr ventrales, dem Nervenfaserverplexus zugekehrtes Ende sich umbiegt. Diese Umbiegung ist so wesentlich, dass es mir ¹⁾ gerechtfertigt erschien, danach die Benennung zu wählen. Die Umbiegung erklärt sich bekanntlich aus der Entwicklungsgeschichte der electrischen Lamellen, sie bedeutet weiter nichts, als dass die Fibrillen der embryonalen quergestreiften Muskelfasern aus der Plattenebene in die dorso-ventrale Richtung übergehen, nach dem früher ²⁾ abgebildeten Schema. Dadurch bleibt die Nervenfaser permanent an der Längsseite der zugehörigen Muskelfaser, auch nach deren Umbildung in einen Teil der electrischen Lamelle.

Dieser naheliegende Gedankengang scheint nicht überall eingeleuchtet zu haben. Jedenfalls sollten die Bogenfasern nicht deshalb diesen Namen führen, weil sie an Säurepräparaten in der Regel etwas durcheinander gewirrt und *gebogen* verlaufen. Meine hier reproducierte Abbildung (Taf. XII. Fig. 1) stellt eine electrische Lamelle dar, deren Volumen dasselbe geblieben ist, wie es im lebenden Zustande war. Die Dicke der vom lebenden Fisch genommenen Lamellen ist *sehr constant*, sie beträgt durchschnittlich 0,0015 mm.

Ramón y Cajal wendete dieselbe Methode, nämlich Ueberosmiumsäure und senkrechte Durchschnitte der Säulen oder Lamellen an. Seine Resultate gleichen denjenigen, welche man in etwas dickeren Schnitten erhält (vergl. Taf. XII. Fig. 1 und 2). Er beschrieb die Bogenfasern als „*flexuosos*“ (S. 252), erklärte nach dem oben gesagten die electrischen Lamellen für vielkernige Riesenzellen, die von mir beschriebenen Bogenfasern für ein aus feinen perlschnurförmigen (*moniliformes*) Fibrillen gebildetes Netzwerk. Dieser Anschein entsteht an etwas dickeren Schnitten; was die Auffassung der Lamellen als multinucleoläre Zellen anlangt, so ist sie als Ausdruck ihrer Entwicklungsgeschichte so gut wie bei den quergestreiften Muskelfasern gestattet. Die viel undeutlichere Querstreifung der Bogenfasern ist weiter nichts, als der Ausdruck der Thatsache, dass die letzteren aus zwei

¹⁾ Diese Monatschrift. 1886. Bd. III. H. 8. S. 296.

²⁾ Daselbst. 1887. Bd. IV. H. 9. S. 389.

alternierenden, chemisch verschiedenen Substanzen aufgebaut sind. Obgleich man im frischen Zustande ohne Zusatz davon nichts sehen kann, lässt doch das gesamte mikrochemische Verhalten in den verschiedensten Reagentien darüber keinen Zweifel. Keineswegs sollte eine Identität mit der Substanz der Muskelfibrillen behauptet werden, wie Ramón y Cajal zu glauben scheint, da ja die electrischen Lamellen nicht etwa contractil sind. Will man die Fasern lieber varicos statt quergestreift nennen, so kann man sich dabei auf die Osmiumpräparate berufen (Taf. XII. Fig. 1).

Gegenüber der obigen Darlegung eines complicierten Aufbaues der electrischen Lamellen -- Gallertsubstanz mit Bogenfasern, Palissaden-structur und Terminalplexus — hat Fritsch¹⁾ nach eigenen Untersuchungen die Sache ausserordentlich vereinfacht. Nach Fritsch ist alles körnig in der electrischen Lamelle.

Abgesehen von der Dorsalmembran lassen sich drei Sorten von Körnchen unterscheiden (Taf. XII. Fig. 3). Die Gallertsubstanz wird von *Körnchen* eingenommen, die den Abbildungen zufolge 0,0006 mm Durchmesser haben und zugleich in Längsreihen sowohl wie in Querreihen angeordnet sind (Fig. 3 *m*). Auf diese Körnchenschichten folgt eine andere *Körnchenschicht*, welche aus einer in der Querschnittsansicht der electrischen Lamelle senkrecht zur Flächenausdehnung oder parallel zur Axe der electrischen Säulen gestreiften Substanz besteht. Die Streifung rührt nach Fritsch zum Teil von feinen Nervenfasern her, welche die erstere durchsetzen und mit *Körnchen* von 0,00043 bis 0,00077 mm Durchmesser aufhören (Fig. 3 *p*). Sie schwärzen sich in Ueberosmiumsäure. Ventralwärts endlich folgt wieder eine körnige Substanz, deren *Körnchen* 0,0011 mm gross und dicht an einander gelagert sind (Fig. 3 *gl*).

Es wären also im wesentlichen drei Sorten von Körnchen vorhanden — anstatt des Terminalplexus, der Palissaden und der Bogenfasern. Dieses merkwürdige Resultat ist nun mit Hülfe einer Methode erhalten, bei der allerdings alles körnig wird. Fritsch (l. c. S. 103) liess Stücke des electrischen Organes in 10% iger Salpetersäure

¹⁾ Die electrischen Fische. II. Abt. Die Torpedineen. 1890. S. 105—115.

24 Stunden lang liegen, dann, ohne sie vorher auszuwaschen, ebenfalls 24 Stunden lang in 1 %iger Ueberosmiumsäure, schliesslich in Alkohol, mit steigender Concentration.

Wie eben gesagt, wird bei dieser Methode alles einfach körnig. Die Ueberosmiumsäure ist dabei ganz gleichgültig, sie nützt nur, um die auch ohne ihre Anwendung sichtbaren Körnchen etwas deutlicher zu machen, man sieht sie aber sämtlich ebensowohl ohne Ueberosmiumsäure. Ob die Salpetersäure 5, oder 10, oder 32 % wasserfreie Säure enthält, ist ebenfalls irrelevant, nur muss natürlich bei verdünnteren Lösungen die Zeitdauer der Einwirkung verlängert werden. Auch oberflächliches Abwaschen oder längeres Auswaschen der Organstücke ändert nichts an dem Aussehen der Präparate, wenn man concentrirtere Mischungen angewendet hat. Man kann auch die Salpetersäure durch eine Reihe anderer Reagentien, wie Chromsäure, Pikrinsäure, Kaliumbichromat ersetzen. Nur zwei Punkte sind von wesentlichem Einfluss: es müssen erstens die Reagentien die Lamellen erheblich schrumpfen machen, d. h. der Gallertsubstanz das Wasser entziehen, und zweitens müssen die Schnitte etwas dick sein. Befolgt man diese Vorsichtsmaassregeln, so verwandelt sich alles in den Lamellen in eine feinkörnige Masse. Letztere ist allerdings nicht überall ganz gleichartig, aber erst die Ausführung einer Zeichnung in sehr grossem Maassstabe gestattet die Körnchen lithographisch so zu behandeln, dass der Lamelle eine Art von Structur anscheinend erhalten bleibt.

Durch das von Fritsch angewendete Verfahren mit Salpetersäure u. s. w. schrumpfen nun die Lamellen, weil die Gallertsubstanz ihr Wasser verliert oder coaguliert wird. Aus der Abbildung (Taf. XII. Fig. 3, nach Fritsch) sieht man sofort, dass die Schrumpfung der Gallertsubstanz (Fig. 3 m) letztere ungefähr auf $\frac{1}{3}$ ihrer wahren Dicke reduciert hat. Ihr Dickendurchmesser beträgt nur noch 0,005 mm, anstatt 0,0012 bis 0,0015 (Taf. XII. Fig. 1). Aber auch in der Dicke der Säulen oder in der Richtung der Flächenausdehnung der Lamellen findet die gleiche Schrumpfung statt. Untersucht man einerseits frische oder solche electrische Säulen, die in einprozentiger Ueberosmiumsäure ihr natürliches Volumen annähernd bewahrt haben, und andererseits Salpetersäure-Präparate, so fällt der Unterschied auch in der Dicke der Säulen

sofort auf (Taf. XII Fig. 7 und 8). Der Umstand, dass die Säulen öfters nicht genau cylindrisch, sondern nach einer Seite hin verschmälert sind,¹⁾ wird dabei kaum hinderlich (Fig. 7 und 8). — An den Abbildungen von Fritsch, die nur kurze Fragmente darstellen, lässt sich die besprochene Schrumpfung in seitlicher Richtung nicht unmittelbar constatieren, wohl aber wenn man ganze Säulen ihrer Längsaxe nach durchschneidet und die mit Salpetersäure behandelten den in Ueberosmiumsäure conservierten gegenüberstellt. Der Querdurchmesser einer im Ueberosmiumsäure-Präparat 2,5 mm dicken Säule schrumpft bei Behandlung mit Salpetersäure und Ueberosmiumsäure auf etwa 1,5 mm zusammen.

In Folge der Schrumpfung in der Querrichtung der Säulen oder der Flächenausdehnung der Lamellen sind nun natürlich die Bogenfasern dicht aneinander gedrängt, sie verlaufen senkrecht auf die Ebene der Lamelle und sehen körnig aus. Das abgebildete Präparat war schon in Neapel dargestellt (Fig. 5) — es trägt das Datum 21. I. 1886 — und war nach Behandlung mit Salpetersäure ohne Auswaschen durch Aetherspray zum Gefrieren gebracht. Die Mikrotomschnitte wurden direct in concentrirtem Glycerin eingekittet.

Die Differenz besteht also darin, dass in Ueberosmiumsäure die Bogenfasern etwas in Unordnung zu sein scheinen, aber das natürliche Volumen der Gallertsubstanz gewahrt bleibt. Es erfolgt eine Art von *Erhärtung* der Lamellen in ihrer natürlichen Dicke, so dass die Säulen nach Behandlung mit Reagentien wie absolutem Alkohol, ev. mit Paraffin u. s. w. ihr ursprüngliches Volumen annähernd beibehalten, wenn sich auch die Lamellen etwas windschief biegen oder falten. Dagegen reducirt Salpetersäure die Zwischensubstanz der Bogenfasern auf ein Minimum und das Volumen der Gallertsubstanz auf ein Drittel.

Welches Bild der Wahrheit näher kommt, braucht man wohl nicht mehr zu fragen. Doch lässt sich ausserdem noch der directe Beweis führen. Denn die Bogenfasern sind auch im frischen Zustande, vom lebenden Tiere genommen und ohne Zusatz untersucht, sichtbar.

¹⁾ Vergl. Fritsch l. c. S. 94.

Hr. Fritsch hat sie ohne Zweifel niemals auf diese Art gesehen. Denn sonst würde er hervorzuheben nicht unterlassen haben, dass die Bogenfasern im frischen Zustande mehr gestreckt verlaufen, wie ich¹⁾ gleich anfangs angegeben hatte, was auf ihre entwicklungsgeschichtlich und physiologisch bedeutsame *Umbiegung* natürlich ohne Einfluss bleibt. Trotz der nachgewiesenen Unzweckmässigkeit der Salpetersäure-Ueberosmiumsäure-Methode sind an hinlänglich feinen Schnitten noch Spuren der senkrechten Anordnung der Bogenfasern wahrnehmbar (Taf. XII. Fig. 4 *m*).

Man kann nun noch prüfen, wie viel Körnchen wohl auf eine Bogenfaser kommen. Fritsch²⁾ giebt die Anzahl der in einer der Säulenaxe parallelen Reihe liegenden Körner auf etwa zehn an, seine³⁾ Abbildungen (vergl. hier Taf. XII. Fig. 3 *m*) zeigen aber nur fünf bis sechs. Hr. Fritsch scheint nicht versucht zu haben, seinen Widerspruch mit sich selbst aufzuklären. Man könnte sich damit helfen wollen, anzunehmen, der Zeichner der nicht mit Hülfe der Photographie dargestellten Figg. 55 u. 56 habe vielleicht einige Körnchen weggelassen. Vor die Wahl gestellt, könnte er aus Vorsicht lieber einige weggelassen haben, die er sah, anstatt einige Körnchen zu viel zu zeichnen, die gar nicht da waren. Aber so einfach liegt die Sache nicht, man lässt doch nicht ca. 30—40 Procent (= 7:10) von dem weg, was man sieht. Auch ist dafür die Regelmässigkeit der Anordnungen in den electrischen Platten zu gross. Man muss vielmehr schliessen: Hr. Fritsch hat seine Zählungen an *anderen* Präparaten (oder an anderen Stellen derselben Präparate) vorgenommen, als an denjenigen, die er abgebildet hat. Zu den Zählungen werden wohl die dünnsten Fragmente oder Stellen der Lamellen ausgesucht sein, wie sie auch in solchen dicken Schnitten gelegentlich vorkommen. Die Dicke des Stratum moleculare ist gegeben (15 mm in den Fritschschen Original-Abbildungen), der Durchmesser der Molecüle (Körnchen = 2 mm) ebenfalls; wenn also mehr als 6—7 untergebracht werden

¹⁾ Die Monatsschrift. 1886. Bd. III. H. 6. S. 228. H. 8. S. 297—298.

²⁾ l. c. S. 144.

³⁾ l. c. Taf. XIX. Fig. 55 u. 56.

sollen, müssen die ganz oder fast isolierten Körnchenreihen etwas gebogen sein. Es ist begreiflich, dass man von gebogenen Reihen an dickeren Schnitten nichts oder nur wenig sieht. Mit anderen Worten: so ganz geradlinig wie in dem frisch untersuchten Organ und wie in Fig. 5 (Taf. XII.) verlaufen die Körnchenreihen in Wahrheit durchaus nicht immer, auch nicht an den Salpetersäure-Präparaten.

Von dem Bisherigen abgesehen, ist noch ein anderer Umstand erwähnenswert. Auf mässig feinen Querschnitten der electrischen Lamellen bemerkt man an Säure-Präparaten ein Netzwerk in der Gallertsubstanz (Taf. XII. Fig. 2), wie es Ramón y Cajal beschreibt. An noch dickeren Schnitten aber sieht man keine Bogenfasern, sondern nichts als eine feingranulierte Substanz (ähnlich wie in Fig. 3).

Da Fritsch über die Dicke seiner Schnitte nichts näheres angegeben hat — vielleicht weil er sie nicht mit Sicherheit kannte —, so muss die Sache der Vermutung eines jeden anheimgestellt werden. Thatsächlich sehen Schnitte von 0,001—0,005 mm Dicke ganz anders aus, als die Abbildung von Fritsch (Fig. 3).

Gelegentlich mag noch erwähnt sein, da Fritsch auf Tinctionen im allgemeinen verzichtet zu haben scheint, dass man zweckmässiger Weise den Körnchen (seines Stratum *m*) mit intensiv wirkenden Anilinfarben wie Säurefuchsin einen Farbenton geben kann.

Das physiologisch interessanteste Factum, welches aus der Untersuchung von Fritsch sich ergibt, hat letzterer nicht besonders hervorgehoben, vielleicht weil es selbstverständlich erschien. Auch nach Fritsch sind in der Gallertsubstanz mindestens zwei Dinge enthalten, nämlich parallel der Säulenaxe aufgereihte Körnchen, und zwischen ihnen eine sie trennende, wenn auch bei der Salpetersäuremethode auf ein Minimum reducierte, anders lichtbrechende Substanz. Gerade solche Anordnung scheint aber die Theorie der electrischen Organe zu verlangen.

2. Die Palissaden. Einen zweiten Controverspunkt bilden die Palissaden, deren Flächenansicht als electrische Punktierung erscheint. Abweichend von allen neueren Beobachtern: Köl liker, Max Schultze, Boll,

Ciaccio¹⁾, Ranvier²⁾, mir selbst und Ramón y Cajal will Fritsch da eine *continuirliche* granulirte Substanz erkennen, wo die Anderen sich stritten, ob ein netzförmiger Nerven-Endplexus vorliege, oder ob einzelne Fasern aus diesem sog. Kölliker'schen Endnetz austreten, um frei zu endigen. Ich³⁾ hatte mich für letztere Endigung erklärt und ebenso Ramón y Cajal⁴⁾, womit diese Frage wohl entschieden sein dürfte — niemals aber ist seit 1856 das wirkliche oder scheinbare, relativ grobe Netz für eine continuirliche körnige Substanz gehalten worden. Hier und da kann an einzelnen Terminalfasern ein Pünktchen der Palissadenpunktierung etwas über die blassen Terminalfasern hervorragen und sich auf eine hellere Masche⁵⁾ des Netzes projicieren. So bildete es z. B. Ciaccio⁶⁾ ab (Taf. XII. Fig. 6). Hr. Fritsch⁷⁾ meint, es hätten unter diesen Umständen „umgefallene Palissaden“, wie ich die Sache kurzerhand benannt hatte, gezeichnet werden müssen. Wie man an Pünktchen, die in der 1500fach vergrößerten Abbildung nur $\frac{1}{2}$ Millimeter Durchmesser haben, es ausdrücken sollte, dass sie umgefallene Stäbchen darstellen, selbst wenn das Mikroskop mehr

¹⁾ Memorie dell' Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. 1877. T. VIII. S. 362. Taf. VI.

²⁾ Technisches Lehrbuch der Histologie. Deutsch von Nicati u. von Wyss. 1888. S. 734. Fig. 266. S. 738. Fig. 267.

³⁾ Diese Monatsschrift. 1886. Bd. III. S. 289.

⁴⁾ l. c. S. 582. Fig. 161.

⁵⁾ Hr. Fritsch (l. c. S. 109) hat die betreffenden Präparate als „roh“ bezeichnet. Dieser Ausdruck scheint zuerst von Schaaffhausen, bekanntlich einem feinen Kunstkenner, in die anatomische Terminologie eingeführt zu sein, um damit den germanischen und ähnliche Schädel zu characterisieren. In einer lateinischen Dissertation kommt dieses Wort schon früher vor (Dietz, De talpae europaei oculo. Regimontii 1826. p. 32: praeparatum — rude —). Es wird vermutlich jetzt weitere Verbreitung finden, nachdem es in einem so ausgedehnten Werke Aufnahme gefunden hat. In diesem letzteren Falle könnte man es allenfalls durch „etwas nachgedunkelt“ ersetzen, welche secundäre Veränderung zu verhindern sich leider noch kein Mittel gefunden zu haben scheint. Uebrigens sind die Maschen des Terminalplexus in Taf. XVI. Fig. 6 (diese Monatsschrift. 1887. Bd. IV) besser wiedergegeben als auf Fig. 5 (diese Monatsschrift. 1886. Bd. III. Taf. XIV), welche Figur hier getreu copiert ist (Taf. XII. Fig. 1). Nach den Schlussworten des obigen Citates von Ramón y Cajal ist die Frage selbst als erledigt anzusehen.

⁶⁾ Memorie dell' Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. 1877. T. VIII. S. 362. Taf. VI.

⁷⁾ l. c. S. 109.

zeigte als einen optischen Durchschnitt eines cylindrischen Stäbchens, bleibt unverständlich.

Auch diese Differenz schlichtet sich sehr einfach. Das Terminalnetz ist ebenfalls *im frischen Zustande* sichtbar und zwar genau so wie nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure u. s. w. Es hat aber die unangenehme, wenn auch bei Nervenendigungen nicht ganz ausser der Erfahrung liegende Eigenschaft, durch unpassende Reagentien unkenntlich zu werden. Zu diesen gehören nicht nur die Salpetersäure, sondern noch eine Menge anderer. Hr. Fritsch hat in Wahrheit das Terminalnetz gar nicht gesehen und folglich auch nicht abgebildet; was er in der Flächenansicht zeichnet¹⁾, ist eine körnige Masse, zu der die veränderte Substanz des Terminalnetzes und der Palissadenstructur beigetragen haben mögen, die aber vor allem das Terminalnetz gar nicht in *isolirtem* Zustande zeigt, was man doch billiger Weise hätte erwarten dürfen, da andere Beobachter seit so vielen Jahren *isolierte* Netze abbildeten. Bei Fritsch hingegen liegt noch Gallertsubstanz u. s. w. darüber, wie sich ohne weiteres aus dem Vorhandensein von Bindegewebszellen in seiner Abbildung²⁾ darthun lässt.

Uebrigens ist die Sache nicht so aufzufassen, als handele es sich um einen Vorzug, welcher der Ueberosmiumsäure vor der Salpetersäure gegeben werden solle. Erstere und eine Menge anderer Reagentien (Gold, Silber, Alkohol etc.) conservieren ein im frischen Zustande erkanntes Structurverhältnis, welches eine Menge anderer Säuremischungen, z. B. auch die Salpetersäure *zerstören*.

3. Was die von Fritsch selbst als zweifelhaft bezeichneten Endorgane³⁾ der Nervenfasern anlangt (Taf. XII. Fig. 3 *p*), so zeigt die Vergleichung ihrer Durchmesser mit den daneben gezeichneten Kernkörperchen sofort, dass es sich um nichts weiter als um die längst bekannten interstitiellen Körnchen⁴⁾ der Gallertsubstanz handelt. Jede Flächenansicht der Lamellen zeigt schon bei gewöhnlichen Vergrößerungen, dass die Verteilung der nervösen Endäste mit den

¹⁾ l. c. Taf. XIX. Fig. 58.

²⁾ l. c. Fig. 58 *Spz.*

³⁾ l. c. Taf. XIX. Fig. 55 u. 56.

⁴⁾ Diese Monatsschrift. 1887. Bd. IV. Taf. XVI. Fig. 6 *k*.

dunkeln Körnchen absolut nichts zu thun hat (Taf. XII. Fig. 9). — In Betreff der Palissaden befindet sich Fritsch nebenbei noch im Widerspruch mit der letzten Arbeit von Ciaccio.¹⁾ Dieser hält die Palissaden für feinste Nervenfasern, Fritsch verlegt letztere in die Zwischenräume der Palissaden.

Schliesslich will ich noch die Gelegenheit benutzen, um einige Ausdrücke zu präcisieren, resp. Druckfehler zu berichtigen, bei denen die meisten Leser wohl schon selbst die etwa nötige Correctur vorgenommen haben werden:

Diese Monatsschrift, 1886. Bd. III. S. 307, Zeile 10 von oben lies: nach embryonalen Serienschnitten (selbstverständlich von Torpedo-Embryonen). —

Daselbst, 1887. Bd. IV. S. 382, Zeile 16 von oben ist einzuschalten: (vergl. S. 383). — Zeile 17 von oben lies: grösseren (unter sich) gleichlangen Embryonen. —

Auf Taf. XVI ist in der Fig. 6 der Buchstabe *p* Palissadensaum vom Lithographen ein wenig zu weit nach unten gerückt.

Als Resultat ergibt sich also, dass die auf Umwegen erzielten besonders starken Vergrösserungen nicht viel nützen konnten, da durch Anwendung der Photographie sich leider die Wellenlänge der Lichtstrahlen nicht vergrössern lässt. Schrumpfung in Salpetersäure einerseits und andererseits Nicht-Isolierung des Terminalplexus in der Flächenansicht, endlich die Deutung von Körnchen der Gallertmasse als nervöse Apparate haben zu lithographischen Bildern Veranlassung gegeben, die sich so weit wie nur möglich von der naturwahren Erscheinung des frischen Präparates entfernen.

So unbrauchbar die Salpetersäure-Ueberosmiumsäure-Methode sonst erscheint, so ist doch eine sehr interessante Thatsache bei derselben herausgekommen. Hr. Fritsch hat offenbar nicht bemerkt, oder wenigstens kein Gewicht darauf gelegt, dass in seinen Abbildungen die unzweifelhaft electrisch wirksamen Körnchen seines Stratum *m*

¹⁾ Journal de micrographie. 1889. Ann. XII. Nr. 14. — Virchow u. Hirsch, Jahresbericht der gesamten Medicin f. 1889. Bd. I. S. 66.

(Fig. 3) ebenso regelmässig in der Flächenausdehnung der Lamellen als senkrecht auf die letzteren angeordnet sind. Diese Regelmässigkeit tritt erst hervor, nachdem man der Gallertsubstanz ihr Wasser durch die erwähnte Behandlung entzogen hat. Wenn irgendwo ist hier das alte Bild von Brücke am Platze, der die *sarcous elements* mit aufmarschierenden Infanteriecolonnen verglich. Diesmal ist die Frontstellung 6—7—10 Glieder tief. Jedes Glied oder jede Körnchenlage ist aber homolog einer stärker lichtbrechenden Scheibe quergestreifter Muskelsubstanz im Schwanzorgan der gewöhnlichen Rochen ¹⁾. So stellt sich also ein neuer wichtiger Grund heraus, diese unvollkommenen den eigentlich electrischen Organen zu homologisieren.

Erklärung der Tafel XII.

- Fig. 1. Querschnitt durch eine electrische Lamelle. Methode wie in Fig. 8. Vergr. 1500. *n* doppelcontourierte Nervenfasern mit gefalteter Adventitia. *l* Lücke im Palissadensaum, entsprechend einer kleinen Masche des Terminalplexus. *t* Terminalplexus. *p* Palissadensaum, dorsalwärts durch die als continuierliche Linie erscheinende Membrana perforata begrenzt. *d* Dorsalmembran. Zwischen *p* und *d* die bogenförmigen Fasern. Nach W. Krause, diese Monatsschrift. 1886. Bd. III. Taf. XIV. Fig. 5.
- Fig. 2. Querschnitt einer electrischen Lamelle von *Torpedo marmorata*. Ueberosmiumsäure, Fuchsin, Einschluss in Paraffin. Nach Ramón y Cajal, Manual de histología normal. Valencia. 1888. S. 581. Fig. 160. *a* Grundmembran oder Dorsalmembran. *b* Schnitt der Terminalverzweigung (*arborización terminal*). *c* (Palissaden oder) Wimpern (*pestañas*) der Terminalverzweigung. *e* Reticulum des Protoplasma der Lamelle. *f* markhaltige Nervenfasern, durchgeschnitten.
- Fig. 3. Senkrechter Durchschnitt einer electrischen Lamelle nach der bei 3100facher Vergrößerung gezeichneten Fig. 55 von Fritsch (die electrischen Fische. Abt. II. 1890. Taf. XIX) auf die Hälfte verkleinert. *l* dorsale bindegewebige Grenzschicht. *m* Stratum moleculare. *p* sogenannter Palissadensaum mit Nervenendigungen. *gl* Stratum granulosum.
- Fig. 4. Sehr feiner Querschnitt einer electrischen Lamelle von *Torpedo marmorata*. Methode wie in Fig. 9. Vergr. 1500. *d* Dorsalmembran. *n* Querschnitt einer doppelcontourierten Nervenfasers. Die Körnchen der Gallertsubstanz sind unregelmässiger angeordnet, als in der schematischen Figur von Fritsch (vergl. Fig. 3 *m*).

¹⁾ Vergl. diese Monatsschrift, 1887. Bd. IV. H. 9. S. 381. Taf. XVII. Fig. 10.

- Fig. 5. Senkrechter Durchschnitt einer electrischen Lamelle von *Torpedo ocellata* nach Behandlung mit 32%iger Salpetersäure, Gefrieren, concentrirtem Glycerin. Präparat vom 21. Jan. 1886. Vergr. 1500. Die Bogenfasern verlaufen senkrecht zur Dorsalmembran *d*; an den Seiten, wo der Schnitt etwas dicker ist, sieht man nur feine Körnchen; die Palissaden sind unkenntlich.
- Fig. 6. Teil des nervösen Endgeflechtes einer electrischen Platte einer männlichen *Torpedo Narke* von 34 cm Länge, 21 cm Breite, nach successiver Behandlung mit 1%igem Goldchlorid und 0,2%igem Silbernitrat. Nach Ciaccio, *Memorie dell'Accademia Reale delle Scienze dell'Istituto di Bologna*. 1877. T. VIII. S. 414. Taf. VI. Fig. 9. Vergr. 1500. *a* Aesthen einer blassen Nervenfasers. *b* nervöses Endgeflecht. *p* Bollsche Pünktchen, welche in Wirklichkeit nichts anderes sind als sehr kleine an die Spitzen sehr kurzer und sehr feiner Fasern angehefteter Kügelchen. (Einige Pünktchen projicieren sich ausserhalb des sog. Terminalplexus.)
- Fig. 7. Durchschnitt parallel der Längsaxe einer electrischen Säule von *Torpedo ocellata*. Behandlung mit 32%iger Salpetersäure, Wasser, Alkohol, Toluol, Paraffin, Benzol, Dammar. Vergr. 10. Die Säule ist geschrumpft, der Querdurchmesser geringer als in der folgenden Figur.
- Fig. 8. Durchschnitt einer Säule des electrischen Organes von *Torpedo ocellata*, parallel der Längsaxe der Säule. Behandlung mit 1%iger Ueberosmiumsäure zwei Tage lang, Wasser, Säurefuchsin, Alkohol, Chloroform, Paraffin, Benzol, Canadabalsam. Vergr. 10. (Nach W. Krause, diese Monatsschrift. 1886. Bd. III. Taf. XIV. Fig. 2.)
- Fig. 9. Flächenansicht einer electrischen Lamelle von *Torpedo marmorata*. Kleine Stücke des electrischen Organes wurden auf der zoologischen Station in Triest (wofür herzlicher Dank abgestattet wird) ganz frisch in 1%ige Ueberosmiumsäure gelegt, dann ohne sie abzuwaschen in 10%ige Salpetersäure, 33%igen, 65%igen, 96%igen Alkohol gelegt; in allen Reagentien blieben sie jedesmal 24 Stunden lang. Gefroren, Vergr. 500. *nk* Kern einer blassen Nervenfasers. In der feinkörnigen Grundsubstanz ist von der electrischen Punktierung nichts mehr zu erkennen. Die durch Ueberosmiumsäure schwarz gefärbten grossen Körner (die vermeintlichen Nervenendigungen von Fritsch) sind interstitielle Körnchen, ihre Verteilung zeigt, dass sie mit den Aesthen der blassen Nervenfasers gar nichts zu thun haben. Selbstverständlich liegen sie in einer ganz anderen Ebene als die Nervenfasern, auf welche sie sich hier und da projicieren.



Recherches complémentaires sur le trajet du pedunculus medius cerebelli.

Mémoire du

Dr. G. Mingazzini,

Libero docente à l'Université de Rome.

(Avec pl. XVIII—XX.)

Les recherches entreprises sur le trajet des fibres du pedunculus medius cerebelli dans les cerveaux des enfants par Bechterew¹⁾ et ensuite l'étude²⁾ que j'ai faite sur une série non interrompue de sections de l'axe cerebro-spinal d'un lapin auquel Gudden avait coupé d'un côté le pedunculus cerebelli medius, ont amené à conclure que les fibræ transversæ pontis, qui constituent le pedunculus cerebelli medius, peuvent être divisées en trois ordres de fibres, c'est à dire:

a) Fibres qui restent dans la moitié homolatérale du Pont —
Fibres homolatérales —;

b) Fibres qui, outrepassant la ligne médiane en nombre d'autant plus grand qu'elles sont plus voisines à la partie proximale du Pont, se perdent dans la moitié controlatérale du Pont — fibres s'entrecroisant —, les fibres homolatérales de même que les fibres s'entrecroisant se mettant en rapport direct avec la substance grise (gris pontale) de la portion ventrale de la moitié correspondante du Pont;

c) Fibres qui, se soulevant perpendiculairement le long de la ligne médiane pénètrent dans le Raphé, de manière que celles qui appartiennent au Stratum profundum (chez le lapin) se dirigent dans la

¹⁾ Bechterew, Zur Anatomie des Schenkel des Kleinhirns etc. (Neurol. Centralblatt. 1885. 15. März).

²⁾ Mingazzini, Intorno al decorso delle fibre appartenenti al pedunculus medius cerebelli etc. (Archivio per le scienze mediche. Vol. XIV. No. 11).

du Raphé descendre et se prolonger dans la ligne médiane changeant leur direction de verticale en direction presque horizontale de manière que celles qui proviennent de la portion médiale du côté du Raphé homolatéral à celui où le pedunculus medius cerebelli a été conservé, se portent dans le stratum profundum ou aussi parmi les sections les plus dorsales des faisceaux pyramidaux, tandis que celles, qui proviennent de la portion latérale du côté du Raphé controlatéral à celui dans lequel le pedunculus medius cerebelli a été conservé, envahissent les espaces interposés entre les faisceaux pyramidaux et seulement quelques unes fort rares on les voit descendre verticalement et se perdre parmi les fibres de la portion plus dorsale du stratum superficiale. D'où il résulte que celles d'entre les fibræ transversæ pontis qui se soulevaient dans le Raphé, doivent former le long de la ligne médiane une espèce de petit faisceau qu'on peut appeler „fasciculus medianus“ et qui est d'autant plus mince qu'il s'approche d'avantage à la partie ventrale. Il est aussi évident que ce même faisceau doit être, le long de son trajet, envahi par des fibres assez horizontales, qui après avoir traversé la ligne médiane, s'élèvent en direction verticale, ou bien elles apparaissent comme tronquées horizontalement parmi les fibres du fasciculus medianus, si la continuité entre les fibres à direction verticale et celles à direction horizontale n'a pas lieu dans le plan même de la section (Pl. XX. fig. 11).

Mais le fasciculus medianus doit se présenter *apparemment interrompu*, si des fibres *s'entrecroisant réunies en gros faisceaux* le traversent pour se porter d'un côté à l'autre du Pont. Cela ne se voit pas clairement chez le lapin chez lequel les fibres „s'entrecroisant“ sont peu nombreuses et sont isolées ou réunies en faisceaux minces, et d'ailleurs leur plus grand contingent est fourni par le stratum superficiale relativement plus développé chez le lapin que le stratum complexum. Chez l'homme, au contraire, avec le grand développement des faisceaux pyramidaux on voit croître, surtout dans le stratum complexum, le développement des fibres s'entrecroisant. Et en effet, comme nous verrons mieux plus bas, dans l'adulte, le fasciculus medianus se présente plusieurs fois interrompu, dans presque toute son étendue portion médiale du côté homolatéral du Raphé et celles du Stratum

complexum, dans la portion latérale du côté controlatéral du Raphé — fibres se soulevant dans le Raphé —: d'après mes observations il n'est pas établi, si elles finissent, ainsi que soutient Bechterew, dans le *nucleus reticularis tegmenti pontis* et dans la *formatio reticularis*; il est toutefois prouvé qu'elles se rencontrent seulement dans les sections distales du Pont, et que selon Bechterew elles ne dépassent nullement cette portion du Pont située (vers le cerveau) au delà d'une ligne droite tirée entre les origines du nerf trijumeau. Le trajet des susdits ordres de fibres peut donc être représenté par un schéma comme celui qui est dessiné dans la Pl. XX. figure 12.

Néanmoins Bechterew dans sa communication a soutenu qu'il existe une époque de la vie extrautérine — chez les nouveau-nés âgés de quelques semaines — dans laquelle tandis que la portion proximale (cérébrale) des *fibræ transversæ pontis* résulte composée de fibres tout à fait amyélinisées —, la portion distale (spinale) contient au contraire les mêmes *fibræ transversæ* complètement *myélinisées*. Or un examen soigneux des sections sériales du Pont chez les embryons humains et chez les enfants jusqu'à l'âge de neuf semaines m'a démontré qu'une distinction absolue entre la portion cérébrale et spinale du Pont, dans le sens admis par Bechterew, est impossible, et que les faits qu'il a mis en relief, doivent être interprétés de toute autre manière.

Dans ces recherches je me suis constamment servi de la double coloration avec l'hématoxyline selon la méthode de Weigert-Pal; et ayant pu les faire presque toutes dans le Laboratoire de la Clinique Psychiatrique de Munich, je saisis l'occasion pour en remercier publiquement le Directeur de cette Clinique M. Le Professeur Grashey, qui m'a procuré la majeure partie de ce qui m'était nécessaire pour mes travaux.

Avant de procéder aux observations sur la manière dont se comportent chez l'homme les *fibræ transversæ pontis*, il est nécessaire de rappeler les faits les plus importants qui furent observés chez les animaux à qui on avait coupé d'un côté le *pedunculus medius cerebelli*. En effet si on considère la figure 9 qui représente la section du Pont chez un lapin auquel cette opération avait été faite on voit les fibres dorso-ventrale. Si donc la myélinisation des „fibres s'entrecroisant“ a

lieu à une époque postérieure à celle des fibres qui se soulèvent dans le Raphé, il est évident que la preuve, une des principales de ce fait, nous sera donnée par le fasciculus medianus qui se présentera non interrompu, dans une période de la vie. Dans ce but il faudra d'abord examiner les images des sections du Pont chez l'adulte et les comparer ensuite avec celles des sections chez les fœtus humains et les enfants.

Chez l'adulte. Au point de vue topographique, les auteurs distinguent dans les fibræ transversæ pontis du cerveau humain trois portions c'est-à-dire: 1^o Le stratum profundum, placé dorsalement aux faisceaux pyramidaux; 2^o le stratum complexum constitué par les fibræ transversæ placées entre les coupes des faisceaux pyramidaux; et 3^o le stratum superficiale qui se trouve au dessous des faisceaux pyramidaux et qui est par conséquent, situé à la périphérie ventrale du Pont. Ces trois couches, cependant, n'ont pas une étendue égale dans toute la longueur sagittale du Pont. Dans les coupes les plus distales du Pont le stratum profundum et le stratum complexum manquent, les pyramides sont situées au-dessous du corpus trapezoides et sont limitées ventralement par une couche de fibres qui appartiennent au stratum superficiale.

A) Aussitôt après quelques sections, et précisément, au niveau du point où l'on voit *les fibres radiculaires de l'abducens émerger immédiatement du nucleus respectif*, apparaissent les fibres du stratum profundum (Pl. XVIII. fig. 1). En outre, le stratum superficiale se présente déjà constitué par deux portions de fibres bien distinctes. C'est à dire, une, formée par des fibres plus compactes, parcourt, comme dans les sections plus distales, la périphérie ventrale du Pont; latéralement robuste, elle va s'amincissant peu à peu à mesure qu'elle s'approche vers la ligne médiane. Elle peut donc s'appeler *pars corticalis*. L'autre, située dorsalement à la précédente, est formée par des petits faisceaux de fibres assez gros, éloignés pourtant les uns des autres, parmi lesquels sont intercalées des fibres très fines isolées. Puisque elle est immédiatement placée au-dessous des faisceaux pyramidaux, elle mérite ainsi le nom de *pars subpyramidalis*. En correspondance de la ligne médiane ces deux portions ne sont plus distinctes puisque de leur extrémité médiale s'en détache un robuste faisceau de fibres compactes, qui

après s'être entrecroisées à angle aigu en longeant la ligne médiane, avec celles de l'autre côté se perdent parmi les fibres du stratum profundum du côté opposé (Pl. XVIII. fig. 1). On peut appeler un tel entrecroisement: *decussatio ventralis strati superficialis*. Enfin au niveau des sections où apparaissent les fibres du stratum profundum, on observe que les fibres du Raphé, situées entre les bords médiaux de chaque lemniscus médial, descendent à travers l'entrecroisement du corpus trapezoides longeant la ligne médiane, parmi les fibres du stratum profundum, par qui elles sont souvent interrompues, et s'arrêtent au niveau de la limite centrale de ce stratum. Parmi les fibres du stratum profundum le long de la ligne médiane il existe donc un petit faisceau interrompu: c'est le *fasciculus medianus pontis*.

B) Dans les coupes frontales du pont dans lesquelles le *nucleus de l'abducens* commence à disparaître proximale, se présentent les fibres les plus distales du stratum complexum¹⁾. Or à mesure que ces fibres augmentent, si l'on pénètre parmi les faisceaux pyramidaux, toujours de plus en plus divisés, on voit à son tour que le *fasciculus medianus* se prolonge ventralement, et qu'il s'amincit dans son extrémité terminale (Pl. XVIII. fig. 3). Pendant encore une série de coupes et précisément jusqu'au niveau environ du tiers moyen du Pont, le *fasciculus medianus*, qui parmi les fibres du stratum profundum est tout à fait entrecoupé, se présente au contraire comme un très mince fascicule très rarement interrompu en correspondance de la partie plus ventrale du stratum complexum: Cela est dû au fait; que, dans les sections pratiquées à ce niveau, ce sont seulement les fibres minces du stratum complexum qui s'avancent jusque sur la ligne médiane, et là, *sans nullement s'entrecroiser*, ou tout au moins s'entrecroisant fort rarement sur la ligne médiane s'achèvent en correspondance du *fasciculus medianus*. Dans le stratum superficiale on note que les fibres parti-

¹⁾ La dénomination de stratum complexum appliquée à cette portion de fibres pour signifier qu'elles sont entrecroisées, n'est par exacte: au moins elle pourrait tout aussi bien s'appliquer au stratum superficiale, et au stratum profundum. On peut la conserver à la rigueur parceque c'est dans cette couche. — Stratum complexum *κατ'ἑξόχην* — que se vérifie, du moins chez l'homme, que la plus grande partie des fibres transversæ pontis s'entrecroissent; au point de vue logique, on aurait dû l'appeler stratum medium pour le distinguer des deux autres.

cipantes à la decussatio ventralis s'entrecroisent en angle moins aigu que dans les sections distales décrites en A.

C) À mesure que l'on procède avec les coupes proximales (Pl. XIX. fig. 5) non seulement les fibres les plus dorsales mais aussi petit à petit celles plus ventrales du stratum complexum s'avancent réunies en gros faisceaux jusque sur la ligne médiane, et là, elles s'entrecroisent en formant de véritables arcades de fibres qui se compénètrent l'une dans l'autre de telle façon que le fasciculus medianus se présente de plus en plus fragmenté dans toute son extension dorso-ventrale (Pl. XX. fig. 10); à côté des gros faisceaux des fibræ complexæ on voit aussi des fibres minces s'avancer jusqu'à la ligne médiane.

D) Au niveau des coupes frontales du Pont, correspondantes à l'extrémité distale de l'Aquæductus Sylvî, le fasciculus medianus commence à disparaître d'abord parmi les fibres du stratum complexum, et ne subsiste que parmi celles du stratum profundum (Pl. XIX. fig. 7), jusqu'à ce qu'au niveau du point, où s'est effectué l'entrecroisement des Brachia conjunctoria, il disparaît tout à fait.

Chez les embryons humains et chez les enfants. Chez les embryons humains et chez les enfants à maturité avant que les voies pyramidales commencent à se myéliniser, les fibræ transversæ pontis ne contiennent pas de myéline. Chez les enfants appartenants à une époque comprise entre la quatrième et la neuvième semaine on note les faits suivants:

Dans les sections distales du Pont (Pl. XVIII. fig. 2) qui correspondent à celles que nous venons d'étudier chez l'adulte en A, la pars corticalis présente une myélinisation partielle en tant que celle-ci n'existe pas dans son extrémité médiale; cette myélinisation diminue au contraire petit à petit, et se borne à la portion la plus latérale jusqu'à disparaître complètement à mesure qu'on avance vers le tiers moyen du Pont: de la portio subpyramidalis il n'ya que de rares fibres et seulement les fines qui soient myélinisées. Enfin la région occupée chez l'adulte par la decussatio ventralis, se présente comme un espace clair faute de fibres à myéline. — Les fibres du stratum profundum, arrivées sur la ligne médiane, ne s'entrecroisent plus, mais elles se perdent en correspondance du fasciculus medianus qui s'amincissant

petit à petit, *sans être nullement interrompu*, arrive jusqu'au dessous de la limite ventrale du stratum profundum.

Dans les sections du Pont (Pl. XVIII et XIX. fig. 4 et 6) pratiquées au niveau de celles qui chez l'adulte sont respectivement représentées par les fig. 3 et 5, la pars corticalis et l'espace occupé par la decussatio ventralis se montrent tout à fait privés de myéline; de la pars sub-pyramidalis on voit myélinisées de très fines fibres isolées, ou, surtout latéralement, réunies entr'elles; elles se portent vers la ligne médiane où elles se résolvent en une espèce de filet auquel aboutit l'extrémité ventrale du fasciculus medianus. Afin de mieux démontrer l'allure des fibræ transversæ le long la ligne médiane, pendant cet âge, il sera très utile d'instituer un examen comparatif entre les fig. 11 et 10 qui représentent le fasciculus medianus au niveau environ du tiers moyen du Pont, respectivement chez un enfant de neuf semaines et chez un adulte. En effet tandis que chez l'adulte le fasciculus medianus est interrompu par les robustes faisceaux des fibres s'entrecroisant du stratum profundum et du complexum de telle sorte qu'il est à peine possible de reconnaître les fragments (Pl. XX. fig. 10), chez les enfants, au contraire il se présente continu, les minces fibræ transversæ arrivées en correspondance du fasciculus ne s'entrecroisent pas, mais quelques-unes d'entre elles changeant leur direction horizontale en direction verticale, se continuent avec les fibres du fasciculus même; d'autres semblent pénétrer obliquement, avec une direction ascendante, dans le fasciculus et là rester coupées; jamais fibræ transversæ, quelque soit la couche à laquelle elles appartiennent, ne coupent entièrement le fasciculus, ni moins encore se prolongent horizontalement de l'autre côté de ce dernier (Pl. XX. fig. 11). Un coup d'œil jeté sur les fig. 4 et 6 nous démontre que soit dans le stratum profundum comme dans le complexum les *gros* faisceaux des fibræ transversæ manquent complètement; les espaces interposés entre les faisceaux pyramidaux et remplis chez l'adulte par de gros faisceaux de fibræ transversæ, se présentent chez les enfants de 1 à 2 mois comme de gros espaces clairs, ou seule quelques *rare*s fibres sont myélinisées; ce sont celles-ci qui arrivent jusqu'à près du fasciculus medianus vis à vis du quel elles se comportent de la manière que nous avons sont à l'heure décrite.

Dans les coupes (Pl. XIX. fig. 8) faites au niveau de la partie proximale du Pont (correspondantes à celles déjà décrites chez l'adulte en D) les fibrae transversae sont presque toutes privées de myéline, à l'exception de quelques rares fibres des couches complexum et du profundum. On note toutefois un résidu (dorsal) du fasciculus medianus, qui à travers l'entrecroisement initial des Brachia Conjectoria se prolonge dans le Raphé réduit, lui aussi, à de très-rares fibres à peine visibles.

D'après les observations précédentes, il est donc évident que l'assertion de Bechterew, qui soutient que „dans le système spinal du Pont, les fibrae transversae sont toutes myélinisées, à une époque où ne le sont pas celles du système cérébral“, est tout-à-fait dénuée de tout fondement. On a vu en effet que dans la période de la 4^{me} à la 9^{me} semaine de la vie extrautérine on trouve privées de myéline précisément les fibres „s'entrecroisant“, lesquelles coupent, en divers de leur trajet, le fasciculus medianus. Et puisque ces fibres là sont points d'autant plus nombreuses, que l'on s'avance vers les parties proximales du Pont, où elles constituent la presque totalité des fibrae transversae, il est évident pourquoi dans cette region les fibrae transversae manquent presque toutes de myéline chez les enfants de 1 à 2 mois, de sorte que un examen un peu superficiel peut donner à croire qu'il s'agit réellement de deux systèmes de fibres, dont l'un se myélinise d'abord et l'autre après. D'autre part on a vu que chez l'adulte, jusqu'à ce que les fibres du stratum complexum lesquelles *s'avancent presque sur la ligne médiane*, sont, dans la plus grande partie au moins, *minces*, comme dans les sections distales représentées par la figure 3, et qu'elles ne s'entrecroisent pas; que l'entrecroisement des fibres de cette couche commence justement quand les *gros* faisceaux de fibrae transversae s'avancent vers la ligne médiane; que chez les enfants de quatre à neuf semaines chez lesquels on n'observe aucun entrecroisement, les *gros* faisceaux interposés dans les coupes des pyramides ne sont pas myélinisés; l'on a vu enfin que chez les enfants de cette époque la myélinisation de la decussatio ventralis, des *grosses* fibres appartenant à la pars subpyramidalis, et celle des fibres de la pars corticalis, manque complètement.

Par contre, les fibres *minces* de la pars subpyramidalis, du stratum complexum et du profundum se recouvrent de myéline en même temps que le fasciculus medianus, dans lequel elles convergent, et en même temps que le Raphé.

Il est donc permis de conclure:

1^o qu'à la formation des fibres „s'entrecroisant“ concourent presque toutes les fibres de la pars corticalis (excepté dans les sections les plus distales du Pont) et les fibres réunies en *gros* faisceaux de la pars subpyramidalis, des couches complexum et profundum.

2^o Que les fibres „se soulevant dans le Raphé“, sont formées par les fibres *minces* appartenantes aux stratum complexum et profundum et à la pars subpyramidalis.

Quant aux fibres, auxquelles on a donné le nom de „homolatérales“, elles sont très-probablement formées par cette portion distale de la pars corticalis qui apparaît myélinisée en partie dans la période de la 4^{me} à la 9^{me} semaine (Pl. XVIII. fig. 2). Pour confirmer ce fait, c'est à dire pour se convaincre que la myélinisation de cette portion ne se prolonge pas jusques près du fasciculus medianus et ne se transforme en suite en „fibres se soulevant dans le Raphé“, il suffit de considérer que de telles fibres se montrent myélinisées dans les sections les plus distales du Pont, dans lesquelles le fasciculus médianus ne s'est pas encore montré, et que la myélinisation des fibres de la pars corticalis va de plus en plus se restreignant dans leur partie latérale jusqu'à disparaître complètement, et précisément à mesure que le fasciculus medianus s'étend en direction ventrale. Si pourtant aussi parmi les fibres du stratum complexum il en existe qui appartiennent aux homolatérales, on peut facilement le croire, puisque quelques fibræ transversæ isolées entre les faisceaux pyramidaux se voient aussi dans les sections correspondantes à la limite entre le Pont et le pédoncule cérébral, alors que du Raphé et du fasciculus, on ne trouve plus la moindre trace.

Betcherew avait soutenu que les fibres „se soulevant dans le Raphé“ s'enrayonnent latéralement dans la formatio reticularis et dans le nucleus reticularis tegmenti pontis. Et comme, d'après ses recherches, il est possible de suivre, dans la région de la formatio reticularis, les fibres qui proviennent de la section externe du faisceau

fondamental du cordon antérieur, et du restant du cordon latéral, les fibres de ces derniers faisceaux étant en rapport avec les cornes antérieures de la moëlle épinière, Betcherew formula conséquemment l'hypothèse que dans le système spinal du *pedunculus medius cerebelli* et dans les faisceaux du Raphé sus-décrits, se trouve une voie qui permet une transmission des impulsions de la part du cervelet aux nerfs moteurs de la moëlle épinière, respectivement aux muscles correspondants. En attendant, il résulte de l'exposé de nos recherches que si une telle hypothèse peut être soutenue, elle ne le peut que pour les seules fibres „se soulevant dans le Raphé“, et non dans sa généralité, comme il apparaîtrait de l'expression de Betcherew, pour tout le système spinal des fibræ transversæ.

Ce ne sera que lorsqu'on aura entrepris des recherches ultérieures sur les enfants depuis la 10^{me} Semaine en sus, que l'on pourra répondre à la demande, à savoir dans quelle période de la vie extra-utérine les fibres „s'entrecroisant“, commencent à se revêtir de myéline. Le moment n'est pas encore venu de rechercher la cause physiologique par laquelle la couche des fibres s'entrecroisant se revêt de myéline beaucoup plus tard que les deux autres couches. C'est surtout l'incertitude des rapports que les fibres „s'entrecroisant“ contractent avec les autres parties de l'encéphale, qui nous dispense de proposer des hypothèses privées de tout fondement anatomique. Il est vrai que Meynert et Betcherew ont soutenu que ces fibres servaient à mettre en rapport (indirectement au moyen de la substance grise) l'hémisphère cérébelleux d'un côté avec le pied cérébral du côté opposé, et ils voudraient qu'à cette connexion ne contribue qu'une seule portion des fibres s'entrecroisant et non leur système pas tout entier. Ainsi Meynert croit que c'est du cervelet que partent les fibres, qui après avoir parcouru ventralement, le long du stratum superficiale, dépassent la ligne médiane et qui, par le moyen de la substance grise du Pont, se mettent en connexion avec les faisceaux pyramidaux du côté opposé; c'est de cette substance grise que naîtraient de nouvelles fibres, qui ayant leur trajet dans le stratum profundum, traverseraient de nouveau la ligne médiane pour pénétrer dans le pédoncule cérébelleux du côté même, d'où partait le faisceau ventral. Betcherew, au contraire, soutient que

c'est seulement dans la système cérébral que l'on trouve les fibres qui établissent les rapports entre le pes pedunculi d'un côté et le pedunculus medii cerebelli du côté opposé. Nos observations qui tâchent de prouver l'unité anatomique de tout le système des fibres s'entre-croisant, quelques soient les couches qu'elles parcourent, ne permettent pas d'accepter ni l'une ni l'autre des hypothèses sus-mentionnées.

En somme la plus grande incertitude règne encore au sujet de la portion de l'encéphale dans la quelle s'achèvent les fibres „s'entre-croisant“. J'ai rappelé tout à l'heure que Meynert, et comme lui plusieurs auteurs, s'appuyant principalement sur des rapports anatomo-pathologiques, soutiennent que les fibres susdites servent à réunir l'hémisphère cérébral d'un côté avec l'hémisphère cérébelleux du côté opposé. C'est pourtant Gudden, qui a pu démontrer par ses expériences l'indépendance entre l'hémisphère cérébral et l'hémisphère cérébelleux de deux côtés opposés. C'est lui qui, après avoir enlevé à des lapins nouveau-nés un hémisphère cérébral tout entier, ne trouva, bien de temps après l'opération, aucune différence entre les deux moitiés du cervelet, et il rappelle que l'anatomie pathologique humaine nous fournit des cas, où, à côté d'un rapetissement très-sensible des hémisphères cérébraux, on voyait le cervelet présentant son développement normal.

Explication des Planches XVIII—XX.

Les fig. 1, 3, 5, 7 ont été dessinées avec le microscope Seibert Oc. 2. Ob. 00, les fig. 4, 6 avec le microscope Hartnack Oc. 2, Ob. 4; les figures 1—9 sont hémis-schematiques.

Les indications suivantes sont communes à toutes les figures:

p faisceaux pyramidaux; *pc* pars corticalis du stratum superficiale;
p sp pars subpyramidalis de cette même couche; *sc* stratum com-
 plexum; *sp* stratum profundum; *fm* fasciculus medianus; *R* Raphé;
flp faisceau longitudinal postérieur; *Fr* formatio reticularis.

Fig. 1. Coupe transversale du Pont chez l'adulte dans son tiers inférieur, à la hauteur de la sortie de la racine du facial.

rd VII branche descendante du VII; *n VI* nucleus de l'abducens;
f VI fibres radiculaire de l'abducens; *ct* corpus trapezoïdes; *os* oliva
 superior; *lm* lemniscus medialis; *dv* decussatio ventralis; *pcm* pedun-

culus medius cerebelli; *c d V* radix descendens trigemini. Le fasciculus medianus s'arrête au niveau de la limite ventrale du stratum profundum; il est fragmenté par l'entrecroisement des fibres de cette couche. Le stratum complexum n'est pas encore apparu.

Fig. 2. *Coupe transversale du Pont chez un enfant de 9 semaines, à la même hauteur de la fig. précédente (grossissement avec la loupe).*

n VII nucleus du facialis; *r d V* radix descendens trigemini. Les autres indications comme dans la fig. précédente. La pars corticalis du stratum superficielle est myélinisée seulement dans la partie latérale; de la pars subpyramidalis, on voit seulement des fibres très-fines qui d'un côté et de l'autre se rapprochent de la ligne médiane. Du stratum profundum il n'y a de myélinisées que très peu de fibres qui arrivent jusqu'auprès de la ligne médiane, et se perdent en correspondance du fasciculus medianus, lequel n'est nullement interrompu et finit peu au dessous de la partie ventrale du stratum profundum.

Fig. 3. *Coupe transversale du Pont chez l'adulte dans son tiers moyen.*

r d V radix descendens trigemini; *b c* brachia conjuntoria; *lm* lemniscus médial; *f V* fibres radiculaire du trijumeau; *d v* decussatio ventralis. Le fasciculus medianus se présente entrecoupé seulement le long du stratum profundum, tandis qu'il continue presque non interrompu le long du stratum complexum dont les fibres le plus souvent minces ne s'entrecroisent pas le long de la ligne médiane.

Fig. 4. *Coupe transversale du Pont chez un enfant de 9 semaines à la hauteur de la fig. précédente.*

Les mêmes indications de la fig. précédente. Les fibres de la pars corticalis ne sont pas myélinisées. De la pars subpyramidalis et des couches complexum et profundum sont myélinisées seulement les fibres minces qui arrivent en correspondance de la ligne médiane et finissent sur les côtés du fasciculus medianus sans l'entrecouper. Il se présente en direction dorso-ventrale beaucoup plus étendue que dans la fig. 2.

Fig. 5. *Coupe transversale du Pont d'un adulte au niveau de quelques sections plus proximales par rapport à la section représentée par la fig. 3.*

r d V radix descendens trigemini; *b c* brachia conjuntoria; *lm* lemniscus medialis; *p c m* pedunculus medius cerebelli; *d v* decussatio ventralis; à cause de l'entrecroisement des *gros* faisceaux des fibres appartenantes aux couches complexum et profundum, le fasciculus medianus se présente fragmenté dans toute son étendue dorso-ventrale.

Fig. 6. *Coupe transversale du Pont d'un enfant de 9 semaines, à la hauteur environ de la fig. précédente.*

Les mêmes indications de la fig. précédente. L'allure des fibres transverses est presque égale à celle représentée dans la fig. 4.

Fig. 7. *Coupe transversale du Pont d'un adulte à la hauteur du velum medullare anticum.*

N IV Coupe des fibres radiculaire du trochlearis; *r d V* radix descendens trigemini; *b c* brachia conjuntoria; *li* lemniscus latéral; *lm* lemniscus médial; *it* entrecroisement du trochlearis. Toutes les fibræ transversæ s'entrecroisent le long de la ligne médiane; il ne reste plus qu'un seul résidu (dorsal) du fasciculus medianus.

Fig. 8. *Coupe transversale du Pont d'un enfant de 9 semaines, à la hauteur de la fig. précédente — (grossissement avec la loupe).*

Les mêmes indications que dans la fig. précédente.

Les fibræ transversæ pontis sont presque toutes sans myéline: çà et là seulement on voit quelques fibres appartenant aux couches complexum et au profundum qui sont myélinisés; on voit le résidu (dorsal) du fasciculus medianus.

Fig. 9. *Portion ventrale d'une coupe frontale faite au niveau de la partie moyenne du pont chez un lapin à qui l'on avait extirpé d'un côté (dans la figure à gauche) le pedunculus medius cerebelli, (fig. 7 de mon mémoire déjà cité).*

n c t nucleus reticularis tegmenti pontis; *p c m* pedunculus cerebelli medius. On voit les fibres du stratum profundum du côté sain — et aussi quelques unes appartenant aux fibres les plus dorsales du stratum complexum — se prolonger, en se soulevant, dans la portion médiale du côté homolatéral du Raphé; presque toutes les fibres du stratum complexum du côté sain dépassent la ligne médiane et se portent à la portion latérale du côté controlatéral du Raphé. Ce sont seulement quelques unes d'entr'elles qui passent horizontalement au delà de la ligne médiane pour s'arrêter aussitôt. Les fibres du stratum superficiale, *sts*, du côté sain s'arrêtent des qu'elles ont dépassé la ligne médiane; seulement quelques rares fibres du stratum superficiale se soulèvent, s'unissant aux autres fibres „se soulevant dans le Raphé“.

Fig. 10. *Fasciculus medianus d'une section appartenant au tiers moyen du Pont chez un adulte (grossissement environ double de celui de la fig. 5).*

On voit des faisceaux robustes s'entrecroissant l'un l'autre, masquer en divers points le fasciculus medianus.

f i fibres s'entrecroisant; *d v* decussatio ventralis; *f m* fragments visibles du fasciculus medianus; *s b* enfoncement basilaire.

Fig. 11. *Fasciculus medianus d'une section du Pont chez un enfant à la hauteur de la figure précédente (grossissement presque double de celui de la fig. 6).*

Les fibres „s'entrecroissant“ ne sont pas myélinisées; des fibres horizontales arrivent en proximité du fasciculus medianus; ou elles s'y arrêtent, ou elles se convertissent en direction ascendante dans les fibres du fasciculus. *s b* enfoncement basilaire.

Fig. 12. *Schéma représentant le trajet de divers ordres de fibræ transversæ Pontis.*

f o fibres homolatérales (qui finissent dans la substance grise du Pont du même côté); *f i* fibres s'entrecroisant (qui finissent dans la substance grise du Pont du côté opposé); *f R i* et *f R o* fibres se soulevant dans le Raphé, les premières dans la portion latérale du côté controlatéral du Raphé, les secondes dans la portion médiale du côté homolatéral du Raphé.



Contribution à l'étude des cellules glandulaires.

I. Les éléments des canalicules du rein primitif chez les Mammifères

par

A. Nicolas,

professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Nancy.

(Avec pl. XXVI—XXIX.)

Introduction.

Parmi les phénomènes de la vie cellulaire qui ont le plus fixé l'attention des observateurs se placent en première ligne ceux que l'on désigne sous le nom de phénomènes de sécrétion et qui sont considérés d'habitude comme formant la caractéristique essentielle des cellules dites glandulaires. Ces éléments, en effet, soit qu'ils se trouvent isolés (glandes unicellulaires) au milieu d'éléments différents d'eux-mêmes, sinon par leur origine, du moins par leur évolution et leurs propriétés, soit qu'ils forment en se groupant de véritables colonies plus ou moins compliquées (glandes pluricellulaires), ces éléments, dis-je, élaborent des substances de nature variée mais chimiquement bien déterminée, constante pour chaque groupe, et cette élaboration constitue à proprement parler la sécrétion. Telle est la définition que donne Ranvier ¹⁾ au début de ses belles recherches sur le mécanisme de la sécrétion, définition basée sur l'analyse du phénomène intime, et non plus, comme font les physiologistes, sur la constatation grossière du résultat total du travail glandulaire. Ceux-ci, on le sait, appellent sécrétion l'issue hors de la glande du produit qu'elle vient

¹⁾ Ranvier, Le mécanisme de la sécrétion. Journal de Micrographie T. X. 1886. T. XI. 1887 et T. XII. 1888.

de fabriquer, tandis qu'en se plaçant au point de vue histologique cet acte est évidemment un acte d'excrétion pure et simple. Compris comme le fait Ranvier le terme de sécrétion a donc un sens beaucoup plus large; c'est ainsi que je l'ai entendu quand j'ai étudié¹⁾ dans les cellules épithéliales des villosités de l'intestin grêle, et dans les éléments spéciaux du fond des glandes de Lieberkühn, les grains qu'élabore le protoplasma cellulaire. Dans deux mémoires parus à peu près à la même époque que le mien, Van Gehuchten²⁾ qui ignorait mes recherches autant que moi même j'ignorais les siennes, adopte également la manière de voir de Ranvier sur la valeur qu'il convient d'attribuer au mot sécrétion et, de plus, précise nettement la signification des mots: *cellules au repos* et *cellules en activité*. Pour lui une *cellule au repos* n'est pas, ainsi qu'on le dit généralement, une cellule qui élabore dans son sein les produits à excréter et qui en est plus ou moins gorgée. Cette définition est en effet en contradiction flagrante avec l'expression *au repos*. Une *cellule au repos* est une cellule dans laquelle l'élaboration des substances à rejeter ne se manifeste par aucune modification extérieure. Le terme *au repos* „a donc une signification tout à fait de convention“, et n'implique nullement que la cellule est inactive; il signifie seulement que son activité n'est pas apparente. Les éléments glandulaires seront dits *en activité* dès qu'ils commenceront à former les produits à excréter et que ces produits modifieront les caractères extérieurs de la cellule.

Dans les lignes qui suivent, et comme préambule à l'exposé de mes propres observations, je vais chercher à mon tour à montrer, par quelques considérations qui n'ont nullement la prétention d'être toutes originales, comment il me paraît que l'on doit concevoir certaines interprétations concernant le mécanisme du fonctionnement des cellules glandulaires.

¹⁾ A. Nicolas, Recherches sur l'épithélium intestinal. Journal international d'anatomie et de physiologie. T. VIII. Fasc. 1. 1891. (Mémoire déposé le 23 Juillet 1890).

²⁾ Van Gehuchten, Recherches histologiques sur l'appareil digestif de la larve de la *Ptychoptera contaminata*. La Cellule T. VI. Fasc. 1. (Mémoire déposé le 1^{er} Juillet 1890).

Idem. Le mécanisme de la sécrétion. Anatomischer Anzeiger Bd. VI. No. 1. 1891.

L'acte sécrétoire est la production dans un élément cellulaire, et à ses dépens, d'une substance déterminée. Cette définition exclut tout d'abord la sécrétion par filtration, par simple passage au travers des cellules, de produits qui se trouvent tout formés dans le sang, théorie que personne aujourd'hui ne soutient plus. D'autre part, elle ne préjuge pas de l'origine même du produit de sécrétion. Ranvier¹⁾ avait dit: „élaboration, au sein du protoplasma“. J'estime qu'il ne faut pas rejeter d'emblée la possibilité d'une participation du noyau, et qu'il est difficile de lui refuser toute influence sur les phénomènes de nutrition, par suite sur ceux de sécrétion qui représentent la manifestation la plus expressive de la vie glandulaire. Si un certain nombre d'auteurs n'ont pu reconnaître dans son organisation aucune modification pendant les phases de la sécrétion, par contre il y a beaucoup d'observations positives²⁾. C'est en somme une question des plus importantes qui doit être réservée et que des moyens d'investigation plus perfectionnés, ou des objets d'étude plus favorables, permettront sans aucun doute de résoudre bientôt.

La substance élaborée est, pour me servir de l'expression habituelle, le produit de l'activité propre de la matière vivante, ce qui revient à dire qu'elle est le résultat de l'évolution spéciale de celle-ci, le terme final de ses transformations. Mais alors si l'on se place à ce point de vue très général on voit immédiatement, ainsi que le fait remarquer Ranvier, que cet acte n'est pas l'apanage des éléments glandulaires, et que toutes les cellules vivantes, sans exception, sécrètent, soit d'une façon permanente, soit à une certaine époque seulement de leur vie. Qu'est-ce en effet que le phénomène par suite duquel l'enchylème de la cellule musculaire se charge de myosine et régénère constamment celle-ci au fur et à mesure qu'elle est utilisée pour le fonctionnement du muscle (Ranvier)? Qu'est-ce que la formation de

¹⁾ Ranvier, *Journal de micrographie*. 1887. p. 14.

²⁾ On trouvera une bibliographie très complète de cette question dans Korschelt: *Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Zellkernes*. Zoologische Jahrbücher. Bd. IV. Heft 1. 1889. — Voir aussi Ranvier, Van Gehuchten et Nicolas. *Loc. cit.* En outre j'ai publié moi-même en 1890 une note intitulée: *Le noyau cellulaire dans les glandes mucipares du péripate*. *Revue biologique du Nord de la France*. T. II, Juin 1890.

cérébrine et de lécithine dans les fibres et dans les cellules nerveuses? Comment appeler, sinon acte sécrétoire, la série des transformations que parcourt une cellule du corps muqueux de Malpighi pour devenir cellule cornée (Ranvier)? Et même de quel nom désigner le processus grâce auquel une cellule visuelle donne naissance à un bâtonnet? On parle ici de différenciation, mais qu'est-ce qu'une granulation de substance pepsinogène, sinon un produit de différenciation du protoplasma cellulaire, un résultat de son évolution? La nature même du phénomène paraît évidemment identique dans tous ces exemples; partout il s'agit de la transformation soit d'une partie, soit de la totalité d'une cellule. Ainsi compris le terme de sécrétion a une portée incontestablement trop vaste, et ce serait un véritable abus de langage que de l'appliquer ainsi à tort et à travers en en faisant le synonyme de différenciation. Il faut réserver cette dernière expression à des transformations partielles ou totales de la cellule, caractérisées par ce fait qu'elles sont plus ou moins permanentes et peuvent même être définitives; d'autre part, on doit considérer la sécrétion comme la propriété exclusive des cellules glandulaires, mais en même temps alors faire intervenir un autre phénomène, celui de *l'excrétion*, c'est-à-dire de l'élimination au dehors du produit sécrété. Je pense en effet que c'est autant, si ce n'est davantage, dans l'excrétion que se trouve la caractéristique de l'élément glandulaire. Partout ailleurs la substance élaborée est employée sur place et ne quitte à aucun moment la cellule qui lui a donné naissance, quelle que soit d'ailleurs la manière dont elle est utilisée, et le résultat de cette utilisation. Dans une cellule glandulaire, au contraire, toujours cette substance sera expulsée au dehors pour aller exercer ses propriétés à distance de l'élément générateur¹⁾. On comprend facilement que les moyens employés par la cellule pour se débarrasser du produit qui l'encombre pourront varier suivant la nature de celui-ci, suivant aussi la constitution de la cellule elle-même; ces conditions se trouvant peut-être subordonnées l'une à l'autre.

¹⁾ Il y a cependant des cas de cellules épithéliales qui élaborent des produits spéciaux méritant à plus d'un titre le nom de produits de sécrétion, et qui n'excrètent pas ces produits. Je citerai, par exemple, les éléments des villosités intestinales que j'ai étudiés dans le travail signalé plus haut.

Dans tout phénomène de sécrétion la cellule est active au plus haut degré, mais elle peut à la rigueur ne pas l'être dans le phénomène de l'excrétion¹⁾. Ceci m'amène à parler de la distinction, qu'a faite Ranvier, des glandes en deux catégories suivant la manière dont elles sécrètent. Le savant histologiste s'exprime ainsi ²⁾: „Au point de vue des fonctions des glandes, nous voyons qu'elles paraissent très variables, en laissant de côté pour le moment le produit de la sécrétion. C'est ainsi que nous pouvons distinguer des glandes à sécrétion continue et d'autres à sécrétion intermittente. D'autre part, d'après une analyse histologique même superficielle, nous pouvons reconnaître deux groupes de glandes. Les premières sont celles dont le produit de sécrétion est formé par les cellules de l'épithélium glandulaire, les cellules glandulaires elles-mêmes, arrivées au terme de leur évolution. Il se produit là quelque chose d'analogue à ce que vous savez relativement à l'épiderme: les cellules nouvelles des couches profondes du corps muqueux de Malpighi, qui évoluent, arrivent à la surface, s'y transforment en cellules cornées et tombent. Il y a des glandes dont les cellules se comportent de même, leur évolution les amenant à la surface de l'épithélium glandulaire où elles tombent pour former le produit même de la sécrétion. J'appellerai ces glandes *olocrines*, et par opposition je désignerai sous le nom de glandes *méocrines* le second groupe de glandes, celles dont le produit de sécrétion est élaboré dans les cellules, au sein du protoplasma qui les constitue; produit de sécrétion qui se dégage les cellules restant en place. Les glandes sébacées, les ovaires, les testicules etc., sont des glandes olocrines, puisque leur produit de sécrétion est formé par les éléments glandulaires eux-mêmes, arrivés au terme de leur évolution. Les glandes sudoripares, les reins sont des glandes méocrines“. J'ai tenu, en citant textuellement les paroles mêmes de Ranvier, à montrer la différence profonde qui, d'après lui, séparerait les glandes olocrines des glandes méocrines. Dans les unes,

¹⁾ Si les substances sécrétées sont solubles on peut très bien admettre qu'elles puissent être entraînées, par diffusion ou osmose, hors de la cellule sans que celle-ci ait à intervenir, ou sans qu'elle subisse la moindre modification.

²⁾ Ranvier, Loc. cit. 1887. p. 9.

le produit de sécrétion est élaboré dans les cellules; dans les autres la cellule tout entière forme le produit de sécrétion. Voilà donc deux catégories d'éléments bien tranchées; les uns sont actifs, ceux des glandes mérocrines; les autres paraissent passifs, ceux des glandes olocrines. Je dis *paraissent*, car en réalité Ranvier n'est pas très explicite à cet égard. C'est ainsi pourtant que Van Gehuchten a compris ce passage, car il dit ¹⁾: „Il va sans dire que nous ne parlerons dans tout notre travail que des cellules glandulaires qui sont *actives* dans l'acte de la sécrétion, et qui rentrent par conséquent dans le groupe des glandes *mérocrines* de Ranvier. Dans les glandes *olocrines*, c'est-à-dire les glandes dont les cellules sont *passives* dans l'acte de la sécrétion, et dans lesquelles le produit de sécrétion est fourni par les cellules elles mêmes plus ou moins transformées, le mécanisme de la sécrétion est simple et parfaitement connu.“

Je ne puis absolument pas admettre cette distinction, qui est en contradiction avec la définition même du mot sécrétion, et, tout en reconnaissant volontiers que les choses ne se passent pas de la même façon dans les glandes soi-disant olocrines et dans les soi-disant mérocrines, je prétends que les unes ne sont pas passives alors que les autres seraient actives, et que la nature du mécanisme de la *sécrétion* est la même dans les deux cas. Je laisse de côté, pour ne pas compliquer la question, l'ovaire et le testicule, et je me limite aux glandes sébacées. Ces cellules se chargent progressivement de gouttelettes grasses, mais cette graisse elles la sécrètent, comme des cellules muqueuses sécrètent du mucigène; elles ne fourniront jamais que de la graisse, comme celles-ci ne produiront jamais que du mucigène. Dans ce phénomène la spécificité de la cellule trouve son expression, comme ailleurs elle la trouve dans l'élaboration d'une substance zymogène quelconque. Le produit est de la graisse. Est-ce à dire pour cela que la cellule soit passive? pas le moins du monde; rien n'autorise cette hypothèse. L'évolution du protoplasma (pour parler d'une façon générale) est telle qu'il se transforme en corps gras; c'est là sa dernière étape. Puis, pour certaines raisons que nous ne connaissons pas, les

¹⁾ Van Gehuchten, Loc. cit. (en note) p. 6 du tiré à part.

gouttelettes graisseuses ne peuvent être expulsées hors de la cellule, excrétées en un mot (à cause peut-être de leur insolubilité ou de l'existence d'une membrane qui ne les laisse pas sortir); la transformation du protoplasma se fait dans toute l'étendue du corps cellulaire, ou à peu près, assez en tous cas pour que la cellule ne puisse plus vivre. Alors elle tombe, poussée par les éléments jeunes encore pleins de vitalité, dépourvus qu'ils sont de tout produit embarrassant. On a parlé de dégénérescence graisseuse; j'avoue que je ne vois pas pourquoi, car le processus est tout à fait physiologique. C'est une tendance fâcheuse qui nous vient, je crois, des anatomo-pathologistes, que de considérer la présence de la graisse dans une cellule comme un indice de l'amoindrissement de sa vitalité, comme un signe de dégénérescence¹⁾. Si cette interprétation est vraie dans certains cas il ne faut pas toutefois la généraliser²⁾ et pour ce qui en est des glandes sébacées je la rejette complètement ou bien il faut dire que leur dégénérescence est un acte physiologique. La cellule sébacée est donc active dans la sécrétion autant que n'importe quelle autre cellule glandulaire. Si elle est passive ce ne peut être que dans l'excrétion. L'est-elle réellement dans ce cas? L'excrétion est l'élimination, au dehors de la cellule,

¹⁾ J'en trouve une preuve, parmi d'autres, dans une théorie déjà ancienne de l'absorption intestinale, d'après laquelle les éléments des villosités intestinales se chargent de graisse pendant l'absorption „sous l'influence d'une transformation intime qui est comme le signal de la mort de la cellule“ (Küss et M. Duval. Cours de Physiologie). Il s'opère ensuite une véritable „mue épithéliale de la muqueuse“. Or il est aisé de constater que si, pendant l'absorption, les cellules sont plus ou moins remplies de gouttelettes graisseuses, jamais du moins elles ne se détruisent; la surcharge graisseuse n'est donc pas forcément un indice de la mort des cellules, au contraire dans ce cas elle est un signe de leur fonctionnement actif. Il est bon toutefois de faire remarquer que ce qui se passe dans les éléments absorbants de l'intestin est assez spécial; le graisse qui s'y trouve est un élément surajouté et non pas un produit de la transformation de la cellule.

²⁾ Est-il nécessaire de rappeler que normalement beaucoup de cellules renferment des corps gras qu'elles ont élaborés, sans que leur fonctionnement soit compromis. A la liste déjà longue que l'on pourrait dresser j'ajouterai un exemple que j'ai observé récemment. Les cellules de la glande lacrymale chez la souris sécrètent et excrètent exclusivement, sans parler de la partie liquide du produit éliminé, des gouttelettes qui présentent les réactions habituelles des corps gras. Le fait est constant et en désaccord flagrant avec l'opinion généralement répandue qui rapproche la glande lacrymale de la glande parotide. Je le signale simplement me promettant d'y revenir dans un autre travail.

des substances fabriquées dans son intérieur. Or ici ces produits deviennent libres parce que la cellule elle-même perd ses connexions avec les éléments voisins et se désagrège. Cela résulte de ce que la cellule a fini son évolution; c'est un membre de la colonie qui n'a plus sa raison d'être et cède la place aux autres. Elle se désagrège parce qu'elle est morte et, à ce point de vue, ne se comporte pas différemment d'une autre cellule. Elle n'a donc pas à intervenir activement dans l'expulsion du produit qu'elle renferme; elle est passive dans l'acte de l'excrétion.

De tout ce qui précède je conclus que les expressions de glande olocrine et de glande mérocrine ne doivent pas, si l'on veut les conserver, impliquer une différence dans le rôle de la cellule glandulaire pendant la sécrétion, puisque dans ces deux groupes elle est également active. La distinction reposera-t-elle alors sur le mécanisme de l'excrétion? oui, mais à ce propos il me paraît indispensable de faire une remarque. Si l'on ne considère que l'élimination, au dehors de la cellule, des produits sécrétés, que *l'excrétion cellulaire* en un mot, la cellule de la glande olocrine est passive, mais il y a sans doute bien des glandes mérocrines dans le même cas, de sorte qu'il est difficile de s'appuyer sur ce caractère pour établir une division des glandes. Si, au contraire, l'on a en vue, pour me servir de l'expression de Ranvier „le résultat entier du travail glandulaire“, c'est-à-dire l'issue hors de la glande du produit élaboré par ses éléments, en d'autres termes si l'on a en vue *l'excrétion glandulaire*, la distinction entre glande olocrine et glande mérocrine devient légitime. Seulement l'emploi du terme „excrétion glandulaire“ risque d'amener du même coup une confusion regrettable. *Excrétion glandulaire* est en effet synonyme de *sécrétion* au sens que les physiologistes donnent à ce terme: „Pour eux ¹⁾ la sécrétion d'une glande muqueuse ne consiste pas dans l'élaboration du mucigène au sein des cellules, mais dans la formation et l'issue du mucus. Or, si l'on analyse le phénomène intime, si, au lieu de prendre le résultat entier du travail glandulaire, on considère le phénomène histologique, on est porté à penser, au contraire, que la

¹⁾ Ranvier, Loc. cit.

sécrétion consiste dans l'élaboration du mucus et que ce que les physiologistes appellent sécrétion n'est qu'un phénomène d'excrétion." Mais s'il en est ainsi, si, pour caractériser les glandes olocrines, on ne tient compte que du résultat entier du travail glandulaire, il est inexact de dire qu'en elles „le produit de sécrétion est formé par les cellules glandulaires elles-mêmes?" Ce n'est pas le produit de sécrétion qui est ainsi formé, c'est le produit d'excrétion, à moins de rendre au mot sécrétion sa signification physiologique.

(à suivre.)



Nouvelles universitaires.*)

M. Tourneux, Professeur d'Histologie à Lille, passe en la même qualité à la faculté de Médecine de Toulouse.

M. Meyer, Professeur agrégé à Lille, est nommé professeur de physiologie à la faculté de Médecine de Toulouse.

Dr. R. Semon, Assistent am anatomischen Institut in Jena ist zum ausserordentlichen Professor daselbst ernannt worden.

Dr. D. Ermolajew, ord. Professor der Anatomie in Kasan ist in den Ruhestand getreten.

Geo. S. Huntington ist zum Professor der Anatomie am College of Physicians and Surgeons, Medical Department of Columbia College in New York ernannt worden.

*) Nous prions instamment nos rédacteurs et abonnés de vouloir bien nous transmettre le plus promptement possible toutes les nouvelles qui intéressent l'enseignement de l'Anatomie et de la Physiologie dans les facultés et universités de leur pays. Le „Journal international mensuel“ les fera connaître dans le plus bref délai.



Contribution à l'étude des cellules glandulaires.

I. Les éléments des canalicules du rein primitif chez les Mammifères

par

A. Nicolas,

professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Nancy.

(Continuation.)

Au total les glandes mérocrines ne diffèrent des olocrines que par le mécanisme de l'excrétion glandulaire; et ces épithètes ne préjugent en rien ni du mécanisme de la *sécrétion* que j'appellerai *cellulaire* pour bien préciser, ni du mécanisme de l'*excrétion* que je nommerai également *cellulaire*, dans les éléments de ces glandes. Quand Van Gehuchten dans la note que j'ai transcrite plus haut dit: „le mécanisme de la sécrétion (dans les glandes olocrines) est simple et parfaitement connu“, c'est mécanisme de l'excrétion qu'il aurait dû dire. Celui de la sécrétion, de l'élaboration des corps gras par exemple, n'est en réalité ni plus simple ni mieux connu que dans les glandes mérocrines.

J'ai voulu en présentant les considérations qu'on vient de lire essayer de faire la part exacte qu'il convient, à mon avis, d'attribuer, en se plaçant au point de vue histologique, à chacune des phases de l'activité fonctionnelle d'une cellule glandulaire. Je me résumerai en quelques mots. Un élément glandulaire élabore aux dépens de sa propre substance (protoplasma seul ou protoplasma et noyau) un produit (*stade de la sécrétion*). L'évolution progressive et déterminée qui aboutit à la formation de ce produit, également défini, peut se faire de diverses manières. Tantôt elle sera partielle; au fur et à mesure que le produit de sécrétion sera fabriqué, la partie génératrice de ce produit se reconstituera sans cesse grâce à un apport continu de matériaux nutritifs. En outre, le produit une fois sécrété tendra à sortir de la cellule, soit que celle-ci contribue activement à l'expulser, soit par

tout autre moyen. L'ensemble des phénomènes qui se succèdent, depuis le moment où le produit de sécrétion est fait, jusqu'au moment où il devient libre à l'extérieur de la cellule, constitue le *mécanisme de l'excrétion cellulaire*. Il faut noter que dans un certain nombre de cas la substance excrétée n'est pas la même que celle qui est sécrétée: par exemple les cellules caliciformes qui sécrètent du mucigène et excrètent du mucus. J'estime qu'alors, puisque le terme ultime de l'évolution, atteint dans l'intérieur de la cellule, est le mucus même, et non pas le mucigène, on doit considérer comme phénomènes sécrétoires tous ceux qui aboutissent à la formation du mucus et comme phénomènes d'excrétion tous ceux qui président à son élimination, ces deux ordres de phénomènes pouvant au surplus se confondre à un certain moment.

Dans les cellules où les choses se passent de la façon que je viens d'indiquer on comprend que la sécrétion suivie d'excrétion pourra se continuer longtemps sans que leur vitalité soit compromise en quoi que ce soit. Elle pourrait même s'y répéter indéfiniment, et si la cellule vient à mourir ce ne sera pas du fait de la sécrétion. Enfin, dans ces cellules, la sécrétion de même que l'excrétion pourront être continues ou intermittentes, l'élimination des produits se faisant parallèlement à leur élaboration ou au contraire survenant seulement après qu'ils se seront emmagasinés dans la cellule.

D'autres fois l'évolution sera totale ou presque totale. Elle se fera encore progressivement, mais le produit sécrété n'étant pas éliminé, et d'autre part sans doute la régénération des composés employés à lui donner naissance ne se faisant pas, cela pour des motifs qui nous échappent, toutes les parties de la cellule susceptibles de subir cette évolution seront envahies successivement. Les substances sécrétées emprisonnées dans l'élément finissent par l'occuper presque en totalité, et quand, en lui, se trouve transformé tout ce qui peut l'être, il meurt parce qu'il est arrivé tout entier à l'état de produit de sécrétion, et comme tel n'a plus qu'à être excrété.

Tels sont les deux cas les plus simples qui peuvent se présenter, et je n'en examinerai pas d'autres. Chaque période se trouve donc bien circonscrite. Si l'essence même du phénomène initial de la sécrétion

nous échappe encore, du moins pouvons nous en étudier cytologiquement les conditions, déterminer le résultat des influences diverses qui peuvent agir sur elle, etc. A cela se borne, et la tâche est suffisamment ardue, l'étude du mécanisme de la sécrétion ¹⁾. Dès que le produit de sécrétion est constitué, dès que nos moyens d'investigation le mettent en évidence, nous aurons à voir ce qu'il devient, soit qu'il reste dans la cellule, soit qu'il en sorte. Ce dernier cas comprend par suite l'étude du mécanisme de *l'excrétion cellulaire*, c'est-à-dire des moyens mis en œuvre pour expulser le produit, des modifications qui surviennent alors dans les caractères extérieurs ou intimes de la cellule. Le point de départ de la sécrétion se trouve ainsi considérablement réculé, l'on peut dire jusqu'à ses dernières limites. Son étude paraît se réduire à des recherches d'ordre histo-chimique plutôt que d'ordre morphologique, tandis que l'étude du mécanisme de l'excrétion rentre davantage dans celle de faits appartenant à cette dernière catégorie.

La conséquence de tout ceci c'est qu'à mon sens la plupart des auteurs qui ont soi-disant étudié le mécanisme de la sécrétion ont surtout étudié celui de l'excrétion. Parmi les plus modernes je ne vois guère que Langley ²⁾, List ³⁾, Ranvier ⁴⁾, Altmann ⁵⁾ et Martin Heidenhain ⁶⁾ pour s'être occupés spécialement de la formation du produit qui

¹⁾ Si le noyau prend part à l'élaboration du produit éliminé hors de la glande, il faut aussi tenir compte de deux phases: une phase de sécrétion nucléaire et une phase d'excrétion nucléaire.

²⁾ Les nombreuses recherches de Langley malgré leur importance et leur nouveauté ont passé à peu près complètement inaperçues. Le sujet qui m'occupe est tel que je n'aurai pas à m'en occuper, mais je veux au moins les signaler car elles ne méritent à aucun titre le silence qui les entoure.

Langley, On the histology of the Pepsin-Glands. *Proceedings of the royal Soc. of London*. Vol. 32. 1881.

On the histology and Physiology of Pepsin-Glands. *ib.* 1881. Part. III.

On the structure of secretory Cells and on the change which take place in them during secretion. *Journal internat. d'Anatomie*. 1883. T. 1. p. 69.

On the histology of the mucous salivary Glands . . etc. *Journal of Physiology*. Vol. X. No. 6. 1890.

³⁾ List, Ueber Becherzellen. *Archiv f. mikr. Anat.* Bd. XXVII. 1887.

⁴⁾ Ranvier, *Loc. cit.*

⁵⁾ Altmann, *Die Elementarorganismen*, etc. Leipzig, 1890.

⁶⁾ M. Heidenhain, Beiträge zur Kenntnis der Topographie und Histologie der Kloake und ihrer drüsigen Adnexa bei den einheimischen Tritonen. *Archiv f. mikr. Anat.* Bd. XXXV. 1890.

sera excrété. Van Gehuchten lui-même¹⁾, malgré le titre de ses travaux, malgré le sens précis qu'il donne au mot sécrétion n'étudie en somme pour ainsi dire pas ce phénomène. Tous les faits qu'il rapporte sont des phénomènes d'excrétion. Van Gehuchten part d'un produit tout fait, sécrété en un mot, sans savoir comment il l'a été, et le suit jusqu'au moment où il tombe au dehors. Pour lui l'excrétion n'est représentée que par cette chute des produits de sécrétion. Il y a évidemment dans cette interprétation une certaine contradiction avec la manière dont il comprend la sécrétion elle même. Il faut, si l'on veut être logique, faire commencer l'excrétion en deçà des limites extérieures de la cellule. C'est pour cette raison que je considère les faits que j'ai observés et qui font l'objet principal de ce travail comme des phénomènes d'excrétion. Je n'aurai pour ainsi dire rien à dire de l'élaboration même des produits destinés à être éliminés, c'est-à-dire du mécanisme de la sécrétion.

¹⁾ Van Gehuchten, Loc. cit.

(à suivre.)



**Ricerche citologiche sugli elementi seminali delle
Ophiureae (spermatogenesi-oogenesi) Morfologia dell'ap-
parecchio riproduttore**

pel

Dott. Achille Russo.

(Con tav. XXI e XXII.)

Le specie che ho messo a profitto per questi mie ricerche sono state quelle più comuni nel Golfo di Napoli: Esse mi furono fornite dalla Stazione Zoologica per cortesia del conservatore Cav. Salvatore Lobianco. Quelle specie che ebbi frequentemente ed in abbondanza e sulle quali fondai le conclusioni sono state:

Ophioderma longicanda, Müller.	Amphiura squamata, Sars.
Ophiotrix fragilis, Düben.	Amphiura virens, Sars.
Ophiotrix echinata, Müller.	
Ophiomyxa pentagona, Müller.	ebbi pochi individui di:
Ophioglifa lacertosa, Lyman.	Ophiopsila aranea, Forbes.
Amphiura Chiajei, Forbes.	Ophiopsila annulosa, Lütken.
Amphiura filiformis, Forbes.	Ophiacantha setosa, Müller.

Metodi di lavoro.

Le difficoltà della tecnica sono state molte, sia per la natura dello scheletro, sia perchè gli elementi, che in gran parte fan l'oggetto di questi studii, sono facilmente alterabili. Dovendo, perciò, usare di mezzi fissatori rapidi, che direttamente agissero sulle glandule sessuali, operavo in questo modo: Dalle specie più tosto grandi (*ophioderma*, *ophiomixa*, *ophioglifa*) e tali da permettermi di estrarre gli organi genitali, liberati questi, lasciandovi sempre un pò del tegumento ventrale

corrispondente alle aperture genitali, li ho subito fissato con il *miscuglio osmo-cromo-acetico di Flemming*. Da quivi, dopo 10—15 minuti, lavavo nell'acqua distillata e poi passavo gradatamente nell'alcool a 70% a 90% ed a 96 sia per decolorare sempre più i pezzi, sia per un ulteriore indurimento. Come liquido fissatore mi sono anche servito della soluzione di Acido osmico all' 1% e di quella di Biclورو di mercurio al 2%. Però, nell'uso di questi due liquidi, trovai molti svantaggi, perchè se il primo annerisce troppo, il secondo rende fragili i pezzi per l'indurimento eccessivo e rapido. Le specie di piccola mole (*ophiotrix, amphiura*), avendo voluto fare dei tagli su tutto l'animale, le ho prima decalcificato nel miscuglio *cromo-nitrico*; fatto da tre parti di acido cromico $\frac{1}{300}$ ed una di acido nitrico al 20%, ovvero con il miscuglio *alcool-nitrico*. Avvenuta la decalcificazione, operavo come sopra, sia per decolorare, sia per lavare gli acidi di cui il pezzo si era impregnato. Questi mezzi però, se mi son riusciti utilissimi per i tagli *in toto*, fatti allo scopo di studiare la morfologia degli organi genitali, sono invece poco adatti per una ricerca su gli elementi seminali. A questo scopo di queste specie prendevo solamente *g'interradii*, che fissavo con i liquido su riferiti.

I liquidi coloranti impiegati sono stati: il *carminio boracico*, il *pirocarminato* di *Amm.*, l'*Eosina alcoolica*, il *carminio allumico*, l'*ematossilina alcoolica*, l'*ematossilina Böhmer*. I migliori risultati, come facilmente s'intende, per il genere di queste ricerche, l'ebbi dal *carminio allumico*, usato sia in soluzione *alcoolica* che *acquosa*, e dalle due *ematossiline*. Dai pezzi così colorati, dopo essere stati *paraffinati* ne facevo tagli al *microtomo*. Feci anche molti *preparati per dissociazione*, sia osservando gli elementi vivi nell'acqua di mare dentro un portaoggetti scavato, sia colorando con i diversi colori di anilina usati nelle indagini istologiche, sia dopo semplice trattamento al *liquido* di *Flemming* ovvero *all'acido osmico*. Questi metodi di dissociazione mi furono molto proficui nello studio della *spermatogenesi*. A tale scopo, per meglio vedere le diverse fasi nucleari, dopo che il pezzo era stato fissato e colorato e ben disidratato prendevo cautamente con gli aghi un sacco testicolare che portavo nel vetrino portaoggetti dove dissociai, mettendovi prima una goccia di Balzamo del Canada molto

diluito o di Glicerina. Operando in questo modo, si vedono molte cose che altrimenti nei tagli si rendono impossibili, senza tema di aver indotto con ciò delle alterazioni, giacchè basta solo che il sacco testicolare fosse aperto con gli aghi, perchè il contenuto ne uscisse, spargendosi nel mestruo.

Per lo studio della *morfologia degli organi genitali*, volendo fare dei tagli bisogna prima decalcificare l'animale, ed io io a ciò impiegad sia i miscugli di sopra indicati sia quello picro-solforico (liquido di Kleinenberg), il quale meravigliosamente mi è servito per lo studio macroscopico. Questo liquido, infatti, tiene parecchi vantaggi, perchè decalcifica e fissa nello stesso tempo, onde insinuandosi nel connettivo posto tra il tegumento e lo stomaco dell'animale, fa sì che questo parti si potessero bene alloutanare permettere allo scoperto gli organi genitali.

Spermatogenesi.

La spermatogenesi delle *Ophiureae* fu studiata così poco da quegli osservatori, che si occuparono dell'*apparecchio riproduttore* di questi animali, che solamente da alcuni si ricavano scarse conoscenze. Vogt e Yung¹⁾ nel loro *Trattato di Anatomia comparata*, edito nel 1888, affermano che essa, fino a quell'epoca, è sconosciuta. Difatti, non prendendo in esame quanto dice Nicolas Christo-Apostolides²⁾, cioè che gli spermatozoi sono segregati da uno strato *interno ciliato della glandula*, O. Hamann³⁾ che se ne occupò seriamente per il primo nel 1887 riassume la spermatogenesi, dicendo che alla *parete dei sacchi testicolari le cellule germinali sporgono nel lume di questi sacchi, mentre nel centro vi sono cellule molto piccole, che sono divenute cellule spermatiche mature o in via di maturazione*. È evidente da ciò, che,

¹⁾ C. Vogt und E. Yung, Lehrbuch der praktischen vergleichenden Anatomie. Braunschweig. 1888.

²⁾ Nicolas Christo-Apostolides, Anatomie et développement des Ophiures. Arch. de Zoolog. exp. et gén. publ. sous la direction de H. Lacaze-Duthiers. An. 1882. p. 185—186.

³⁾ Otto Hamann, Die wandernden Urkeimzellen und ihre Reifungstätten bei den Echinodermen. Zeitschrift f. wissenschaftliche Zoologie. XLVI. H. 1. 1887. Pag. 89.

Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Heft 4. Anatomie und Histologie der Ophiuren und Crinoiden. Jena. Verlag von Gustav Fischer. 1889. Pag. 29.

per le attuali esigenze delle cognizioni acquistate su l'argomento in altri ordini di animali, le osservazioni di Hamann sono di poco valore non essendoci rivelato il processo spermatogenico.

Nell'anno 1888 il Cuénot¹⁾ prese in esame l'argomento, entrando proprio nella quistione: Le osservazioni di questi però, molto incomplete del resto, non si accordano con le mie e perciò credo utile riferirle per farne poi rilevare le differenze. Debbo anzi tutto dire che il Cuénot, seguendo, come per l'oogenesi, le teorie del Sabatier²⁾, cade negli stessi errori. Secondo Sabatier in un periodo molto giovane le glandule maschili e femmenili sono identiche, essendo piene di cellule non ancora differenziate, che egli chiama *cellule-nova*. Queste cellule son fornite di due polarità differenti: una *centrale* ed una *periferica*. Se predomina la prima la cellula si differenzierà in uovo, se la seconda in spermatozoide: quando queste due polarità si equilibrano la cellula è neutra, cioè, capace di fecondarsi da sè. Tutta questa teoria che non può più reggersi dopo i lavori di Hertwig³⁾, Trinchese⁴⁾, Van Beneden⁵⁾, Carnoy⁶⁾, fa sì che le osservazioni e le conclusioni a cui perviene il Cuénot restassero senza fondamento. Secondo quest'osservatore nelle *Ophiureae* da principio i *sacchi testicolari* ed i *sacchi ovarici* sono identici: sono, cioè, pieni di cellule-nova. Supponendo, egli dice, che l'organo genitale si differenzii in testicolo le cellule periferiche sono le sole attive, il resto serve come materiale di nutrizione. Il nucleo delle cellule periferiche pu divisione dà origine ad un certo numero di nuclei

¹⁾ L. Cuénot, Étude anatomique et morphologique sur les Ophiures. Archives de Zoologie expér. et génér. par Lacaze-Duthiers. 1888. Pag. 73.

Contribution à l'étude anatomique des Asterides. Arch. Zool. exp. 2^e série, vol. V bis (Sup.). An. 1887.

²⁾ Sabatier, Sur la cellule du follicule de l'œuf et sur la nature de la sexualité. Comptes rendus de l'academie des sciences de Paris. Juin 1883.

³⁾ Hertwig, Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. Jena 1877. Morphol. Jahrbuch. Bd. IV.

⁴⁾ Trinchese, I primi momenti dell'evoluzione nei molluschi. Reale accademia dei Lincei. (Anno CCLXXVII). 1879—80.

⁵⁾ Van Beneden, Recherches sur la maturation de l'œuf et la fécondation de l'*Ascaris megalocephala*. Arch. de Biologie. An. 1884.

⁶⁾ Carnoy, La cytodierèse de l'œuf. Étude comparée du noyau et du protoplasme à l'état quiescent et à l'état cinétique. La vesicule germinative et les globules polaires de l'*Ascaris megalocephala*. La cellule. T. II. 1^r fasc. 1886.

molto più piccoli, i quali prima sparsi senza ordine poi si allineano. I nuclei di questa formazione, che egli chiama *morula spermatica*, protuberano alla superficie fino a fare completamente ernia: In questo momento si ha una *rachis protoplasmatica* alla quale sono sospesi degli *spermatoblasti*, attornati da un piccolo strato di protoplasma. La coda incomincia a formarsi nello *spermatoblasto* ancora attaccato alla rachis. Perchè si possa meglio intendere questo processo identico a quello del Sabatier¹⁾ per la spermatogenesi dei *Nemertini* riporto sotto i numeri 1 e 2 le figure del Cuénot, rappresentanti due stadii diversi della *morula spermatica*.

Nello studio fatto dei lavori pubblicati in spermatogenesi, istituito per vedere quanta omologia potessi riscontrare con ciò che da me era stato osservato, ebbi agio di leggere un lavoro di Bolles-Lee²⁾ sulla *spermatogenesi dei Nemertini*, in risposta alla teoria del Sabatier. In questo lavoro, condotto con una certa accuratezza, ed in cui la critica mossa al Sabatier, per quel che sopra ho detto, è certamente fondata, trovai una grande corrispondenza con le mie osservazioni, non solo per la disposizione *topografica* degli elementi nel testicolo, ma, anche per le fasi e per le figure bipiche che essi assumono nella loro evoluzione in spermatozoi. Questa omologia, che io cercherò di esplicitare largamente, mi è sembrata molto lusinghiera e degna di essere qui riferita, non solo per le corrispondenze citologiche degli elementi, ma più dal punto di vista morfologico e per le affinità che certamente esistono fra questi gruppi di animali.

Se si osserva in sezione un sacco testicolare di ophiurea esterna-mento si vede esser limitato da un sottilissimo connettivo, che poco o niente si colora, e sul quale poggiano in più strati delle cellule caratteristiche (fig. 8, *a*, fig. 6, *a*) e facili a distinguere per i loro caratteri: Esse sono, cioè, relativamente grandi, misurando 1 millesimo di millimetro, sono molto chiare con piccole granulazioni sparse larga-

¹⁾ Sabatier, La spermatogénèse chez les Quélidés et les Vertébrés. Comptes rendus de l'Acc. des sciences de Paris. 1882.

De la spermatogénèse chez les Nemertiens. Revue des sciences naturelles. 3^{me} sér. T. II. No. 2. Dec. 1882.

²⁾ A. Bolles-Lee, La spermatogénèse chez les Nemertiens à propos d'une théorie de Sabatier. 1887. Bulletin Zoologique de la Suisse.

mente. Per questi caratteri queste cellule (*spermatogonie* di *De La Valette St. George*, *ovuli maschili* di *Robin*) corrispondono esattamente allo strato *S'* dei *Nemertini*, che Bolles-Lee così denomina, non avendo voluto adottare alcuna nomenclatura. Trovo solo a notare in questo confronto che mentre nei *Nemertini* queste cellule sono regolarmente disposte in uno o due strati (vedi fig. 4 rilevata da Bolles-Lee, *S'*) nelle *Ophiureae* sono in più quantità e senza un ordine, come nel punto a della fig. 8. Di queste cellule, che dovrebbero corrispondere alle *spermatospore* di Sabatier e Cuénot, non posso dire il modo di moltiplicazione, che quegli osservatori, per sostenere la loro teoria, affermano avvenga con una *scissione endogena*. Il Bolles-Lee dice di aver visto la *divisione binaria* ed anche la *endogenica*, senza però aver osservato il menomo segno di *divisione cariocinetica*.

A questo primo strato periferico ne segue un altro concentrico fatto da cellule più piccolo e molto più colorato. In alcuni punti di questo strato, che come nei *Nemertini* è più esteso, si vedono qua e là dei nuclei in evidente *fase cariocinetica* (fig. 8, *f, f, f*). Se ciò rende dimostrativo che questi elementi si moltiplicano con questo processo, pure nei tagli si rende impossibile lo studio delle diverse *fasi nucleari*, atteso l'abbondanza degli elementi, che tra loro si premono. A tale scopo usai della dissociazione, che mi riuscì utilissima, avendo operato nel modo di sopra esposto. Sotto il n° 6 ho raffigurato tutte le fasi che gli *spermatociti* percorrono per divenire *spermatidi*. Dalla fase di riposo dello *spermatocite*, rappresentato da granuli abbondanti intensamente colorati in esso sparsi (*b*) si passa alla fase *gomitolare* o di *spirema* (*c*): Da qui ne viene lo *spezzettamento* del *filo cromatico* in cui esso si vede sparso in granuli più o meno piccoli. In una fase successiva questi si orientano, disponendosi alla periferia del nucleo prima sparsi senza un ordine, e poi, concentrandosi sempre più, ridotti in grossi granuli nettamente visibili (*d*). In alcuni nuclei si arriva a vedere dei *bastoncelli* o delle *forcelle* formanti una vera stella. Da queste fasi, che pare avviino il nucleo alla formazione del *monastro* si passa a quella di *piastra equatoriale* (*e*), in cui la sostanza cromatica si dispone all'equatore del nucleo in modo molto evidente, mentre il fuso dei fili acromatici è poco visibile. Abbiamo quindi il *diastro* (*f*):

In questa fase la sostanza cromatica si dispone prima ai due poli del nucleo in tanto granulazioni, mentre poi si addensa sempre più fino a formare quasi *due coppe* intensamente colorate e molto caratteristiche. Nel nucleo segnato con (x) dove ciò è reso molto evidente esso si è allungato ed incomincia lo *strozzamento*. Questi elementi dividende si d'anno origine agli *spermatidi* (g), i quali nei loro primi momenti si presentano sotto forma di una mezzaluna (y), la quale è fatta dalla *sostanza cromatica* accumulata nella parte convessa, mentre inferiormente nella parte concava essa si va sperdendo in granulazioni che la rendono molto chiara e quasi filamentosa. Ciò che mi sembra notevole nel paragone da me istituito è che questa disposizione nucleare viene anche descritta da Bolles-Lee nei Nemertini, come ho riportato dalla sua tavola, in a, b della fig. 3. Però, debbo dire che il citato osservatore dà un'interpretazione diversa dalla mia: Secondo lui quell'elemento del nucleo si dispone in quel modo dopo che lo *spermatide* si è formato per fornire con ciò la testa dello *spermatozoide*, ed a questo proposito così si esprime: „Le premier changement que j'ai pu observer chez les spermatides en voie de métamorphose consiste en un retrait de leur élément chromatique qui s'amoncile et se presse contre la membrane cellulaire en forme de demilune ou de croissant, de manière à laisser dans le reste de la cellule un espace clair. Dans le noyau, arqué et pressé contre la membrane cellulaire, comme nous l'avons dit, il survient un changement de forme, d'aspect difficile à décrire, mais qu'on comprendra peut-être en consultant les fig. 20 (spermatide d'en haut) et 22. Il s'amincit et devient cylindrique en même temps qu'il prend un aspect lisse et homogène; et ce changement se fait d'avant en arrière; la pointe de la tête (car c'est à la formations de la tête que nous assistons) se forme en premier lieu.“

Secondo me le cose non vanno nello stesso modo, perchè mi pare chiaro che gli *spermatidi*, uscendo dalla fase di *diastro* che ha assunto quella forma tipica, debbono in un primo momento conservarla. In segnito, questa forma si perde, perchè la nuclei na si concentra sempre più, ed allora la parte superiore disposta a mezzaluna si arrotonda più o meno e posta inferiormente quasi un prolungamento, come si vede in (z).

Questo atteggiarsi dello *spermatide* prima a forma di una *piccola medusa* e poi a forma quasi di una *clava* inizia la formazione dello spermatozoo, fornendo la parte superiore la *testa*, la parte inferiore il *segmento medio*. Percorrendo la sua evoluzione lo *spermatide* in un'ultima fase si presenta tondeggianti ed intensamente colorato (*w*), il che per me costituisce la futura *testa* dello spermatozoo, mentre da Bolles-Lee questi stessi elementi sono considerati come *spermatidi* che hanno assunto quella colorazione intensa per una *diffissione della nucleina*. Come dissi, secondo tutti le ipotesi, il prolungamento che da principio è fatto da sostanza filamentosa con pochi granuli sparsi, costituirà il *segmento medio* (Mittelstück) quantunque esso non si mostri, come nei Nemertini ed altri animali nettamente come *nucleo accessorio* (Neben-kern). Ma, in fasi consecutive, quando il protoplasma incomincia ad allungarsi alla base del nucleo, per così dire, principale (*ep*), che è intensamente colorato e tondeggianti, vi è inferiormente un piccolo tratto molto meno colorato ed omogeneo che col primo pare sia in continuazione (*ca*). Dopo che lo *spermatide* si è così concentrato esso si allunga inferiormente ed in questo vien seguito dal protoplasma che a poco a poco si assottiglia fino a costituire la coda sottilissima (*k*) della fig. 6 già sopra citata. Lo *spermatozoide* maturo, si compone di una testa misurante circa $\frac{1}{2}$ millesimo di millimetro e di una coda estremamente sottile, che solamente si scorge con biforti obbiettive ad immersione (fig. 7, *a*, *b*). Per continuare le omologie da me riconosciute debbo qui far notare che la forma degli spermatozoi è molto diversa in questi due gruppi di animali, ciò non togliendo che quelle si potessero ugualmente riconoscere, giacchè la forma di questi elementi vien determinata da cause biologiche speciali.

Nelle osservazioni fatte, dissociando nell'acqua di mare dei sacchi testicolari ho potuto osservare questi elementi muoversi per oscillazioni della loro porzione anteriore: Capo e parte ant. della coda. Nel sacco testicolare gli spermatozoi si dispongono regolarmente l'uno dietro l'altro con la *testa* rivolta verso la parete e la *coda* verso il lume: Spesso nella dissociazione capitano di vedere questi fasci in cui gli spermatozoi sono asseriati e disposti l'uno dietro l'altro, come si vede nella fig. 8. Di questa disposizione è difficile fino ad un certo punto darsi

ragione con i tagli, in cui, per l'abbondanza degli elementi non si vede la *coda*; però, nella parte periferica nel punto di formazione degli ultimi *spermatozoi* essa si può benissimo riconoscere, perchè dopo gli *spermatidi* più o meno sviluppati ed allineati si vedono le *teste* degli spermatozoi, poste le une dietro le altre, con disposizione molto regolare, come si vede nella fig. 5 *d* della tav. I e nella fig. 1 *d* della tav. II.

Tutto il *processo spermatogenetico* delle *Ophiureae* omologo quasi in tutto a quello dei Nemertini, rientra per me esattamente nello schema da tocì da La Valette St. George. Bolles-Lee non adotta la nomenclatura di questo osservatore; perchè dubita che le cellule del primo strato siano le vere cellule germinali; Egli designa, perciò, gli elementi con le lettere S^1 , S^2 , S^3 , come si vede nella fig. 4 riprodotta dalla sua tavola per far vedere la disposizione ed i caratteri delle diverse generazioni di cellule.

Riassumendo in ultimo quanto fu detto sull'evoluzione delle cellule germinative, chiaramente si ha da riconoscere una continua successione di elementi: Abbiamo alla periferia, addossato sul connettivo formante il sacco testicolare un primo strato di cellule (fig. 5 *a*) che sarebbero le *spermatogonie* o *cellule germinative* (Stammsamenzellen); poi un secondo strato (*b*): *spermatociti cellule proliferanti* (Samenvermehrungszellen); quindi vengono gli *spermatidi* (*c*) o *cellule trasformatrici* (Samenausbildungszellen) e finalmente gli *spermatozoi* (*d*), *spermatosomi* (Samenkörper).

Tutta quanta la spermatogenesi da me descritta si può riassumere in questo quadro:

I. Spermatogonio	(Fig. 6 <i>a</i>).
II. Spermatocito	{ Fase di riposo (Fig. 6 <i>b</i>).
	{ Fase dello spirema (<i>c</i>).
	{ Fasi diverse del monastro (<i>d</i>).
	{ Fase di piastra equatoriale (<i>e</i>).
III. Spermatide	{ Fase di diastro con nucleina formante due coppe (<i>f</i>).
	{ 1 ^a Fase = Nucleina disposta a mezzaluna (<i>y</i>).
	{ 2 ^a Fase = Condensamento di essa e comparsa di un segmento medio.
	{ 3 ^a Fase = Formazione definitiva della testa dello spermatozoo. In questa fase il segmento medio è molto evidente (<i>w</i>).
	{ 4 ^a Fase = Allungamento del protoplasma.
IV. Spermatozoo	(Fig. 7).

Unitamente a questo processo evolutivo costante ed energico molti elementi si distruggono in mezzo ad una così enorme produzione. Tutti gli elementi in qualunque stadio essi si trovano si possono distruggere, degenerandosi. Così nella fig. 15 ho rappresentato dei nuclei in diversa fase di degenerazione: In *b* vi si vede un nucleo in *degenerazione grassa* con piccoli globuli di questa sostanza resa nera per il trattamento all'*acido osmico*, mentre altri (*c*) si *arvizziscono* diventando *jalini*. In alcuni ci sono formazioni di *vacuoli* (*a*), mentre in *d* si avvera la *degenerazione* quando si sta per formare lo *spermatozoo*. Osservando un sacco testicolare nell'acqua di mare, si vede un cerchio di sostanza giallastra, la quale nei tagli dopo qualsiasi trattamento, si mostra con la stessa colorazione e fatta da globuli più o meno grossi posti nel punto dove gli *spermatidi* stanno per divenire *spermatozoi*: È certamente questa sostanza il prodotto di elementi degenerati, i quali furono impiegati alla conservazione degli elementi maturi.

La *disposizione topografica* degli elementi nel sacco testicolare non trovasi quasi mai in *strati concentrici* al lume del sacco istesso, e ciò potrebbe far cadere in errore gli osservatori, contradicendo quanto io ho sopra esposto. Difatti, in alcuni punti gli elementi da me descritti sono senza un ordine, mescolati tra loro, cioè, gli elementi del primo strato si continuano nel secondo e quelli di questo in quello. Ma, ciò dipende da che il connettivo del sacco testicolare manda verso il lume dei prolungamenti più o meno lunghi o forma dei ripiegamenti tra loro vicini, i quali ad altro non servono che ad offrire una maggior superficie all'*epitelio germinativo* ed a funzionare da sostegno nella grande produzione di spermatozoi. Ora, come chiaramente apparisce dalla fig. 1 della tavola II, le *spermatogonie*, seguendo questi prolungamenti, determinano dei *punti parziali*, per così dire, di *maturazione*, in cui i diversi strati degli elementi in evoluzione perpendicolari alla parete del sacco (fig. 1, 2. tav. II) simulano una irregolare disposizione. Tutti questi punti di maturazione, come si vede nelle figure citate, concorrono con la loro produzione nel centro del sacco testicolare, occupato solamente da elementi maturi. In alcuni dei tagli ebbi a vedere che degli elementi in evoluzione non restavano che quelli del primo strato (*spermatogonie*), mentre tutto il sacco era

occupato da elementi maturi e prossimi ad essere evacuati. Evidentemente questo strato di *cellule germinative* persiste quando il sacco si evacua per dar luogo alla nuova generazione di spermatozoi, come ebbi ad assicurarmi nei tagli in cui ciò era avvenuto.

Negli *ophiotrichidei* (*ophiotrix fragilis* ed *echinata*) la disposizione dei diversi elementi in evoluzione si rende molto regolare, perchè il connettivo della parete del sacco testicolare manda di tratto in tratto in modo molto regolare dei prolungamenti, di maniera che si producono dei punti *seriali di maturazione*, i quali in sezione si presentano a forma quasi di un *rosario*, in cui ciascun *nodo* corrisponde fra due prolungamenti del connettivo. Ciò è reso evidente nel punto *a, a* della fig. 4 della tavola II.

Conclusioni.

- 1° Da quel che sopra fu enunciato risulta chiaramente giusta la critica mossa alle ricerche del Cuénot, le quali, fondandosi sulla teoria del Sabatier, non potrebbero più reggersi dopo che questa fu contraddetta da ulteriori studii.
- 2° La spermatogenesi delle ophiureae rientra quindi esattamente nel quadro di La Valette St. George, essendo gli *spermatozoi* il prodotto di una successione di elementi forniti dall'*epitelio germinativo*.
- 3° *Topograficamente* nel sacco testicolare gli elementi in evoluzione si dispongono in strati distinti per i loro caratteri.
- 4° Il connettivo però, mandando dei prolungamenti dentro il lume del sacco sia per servire di impalcatura alla quantità enorme di elementi, sia per offrire maggior superficie all'*epitelio germinativo*, determina *punti pazziali di maturazione* che alterano la successione degli elementi.
- 5° Questa disposizione si rende regolare nei soli *ophiotrichidei* per la formazione di un *cordone* o *rosario* in cui ciascun *nodo* rappresenta un *punto di maturazione*.
- 6° La *spermatogenesi* delle *ophiureae* trova una grande omologia con quella dei *Nemertini* o studiata da Bolles-Lee, non solo per la disposizione topografica degli elementi nel testicolo, ma anche per i caratteri degli elementi in evoluzione.

7° A questo riguardo è degno di menzione la singolare corrispondenza degli elementi provenienti dalla seconda generazione (spermatidi) per l'addenzarsi della nucleina a forma di mezzaluna. Su ciò veramente le mie affermazioni divergono da quelle di Bolles-Lee; però il fatto rimane lo stesso, non ostante le interpretazioni differenti.

Oogenesi.

Le quistioni inerenti all'oogenesi in generale furono molto discusse per essere qui tutte quante riferite. Però, se molti ricercatori se ne occuparono, le più disparate opinioni furono per più o meno tempo seguite, il che rende molto lunga ed intricata la letteratura circa l'argomento. Oggi quasi tutti si accordano nel dare alle uova un'origine epiteliale, se si eccettui il Sabatier¹⁾ che le ha creduto originarsi dai corpuscoli connettivali dello stroma ovarico. Oltre l'origine altre quistioni furono suscitate circa all'evoluzione ed all'inizio del processo di formazione: Per molto tempo si è ritenuto che la vescicola germinativa fosse la prima formazione e di questa opinione furono Purkinje²⁾, von Baer³⁾, Bischoff⁴⁾, Meckel⁵⁾, Lereboullet⁶⁾, Leuckart⁷⁾, Milne-Edward⁸⁾. Wagner⁹⁾ contrariamente sostenne che l'uovo si iniziasse dal corpuscolo che da lui prese il nome, mentre Claparède¹⁰⁾ ed altri (Munk, Schneider) studiando le ovaie dei Nematodi, sostennero che dei nuclei cellulari son tenuti in sospensione in una massa trasparente, la quale da prima comune a molti nuclei si divide poscia intorno ad

1) Sabatier, De l'oogénèse chez les Ascidiens. Comptes rendus de l'Ac. des sciences de Paris. An. 1883.

2) Purkinje, Symbolae ad ovi avium historiam ante incubationem. Leipzig 1825.

3) Von Baer, Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere. Königsberg 1828.

4) Bischoff, Ueber Entwicklungsgeschichte des Kaninchen-Eies.

5) Meckel, Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. III.

6) Lereboullet, Embryologie comparée du brochet, de la perche e de l'écrevisse. Mem. des savants étrangers de l'Acc. de Paris.

7) Leuckart, Art. Zeugung im Handwörterbuch der Physiologie von R. Wagner.

8) Milne-Edwards, Leçons de physiologie.

9) Wagner, Lehrbuch der Physiologie.

10) Claparède, De la formation et de la fécondation des œufs chez les vers nématodes. Genève 1859.

essi per formare delle cellule distinte, le quali non debbono che ingrandire e riempirsi di vitello per divenire nova. In seguito molti osservatori si schierarono pro e contro a questa teoria, e tuttora il Van Beneden¹⁾ pare che sia favorevole, apportando, però delle varianti e dando grande importanza al plasma che involge i nuclei. Fra tante opinioni così discordi nei suoi ultimi lavori il Paladino²⁾ per il primo distinse due periodi nella vita delle uova: Nel primo, cioè, esse crescono come uova primordiali, aumentando le loro demenzioni ed in cui il nucleo de omogeneo si differenzia in vescicola germinativa, passando a nucleo nucleolato con un reticolo di cromatina, sostanza interposta, con orlo o parete a doppio conterno. Nel secondo la vescicola germinativa aumenta di volume ed il protoplasma cresce e si complica nella costituzione e nella composizione.

Tutte queste opinioni, detratte dalle osservazioni fatte in questo o quell'ordine di animali, hanno dallo studio sulle *Ophiureae* ricevuto nessuna convalidazione. Le prime contribuzioni alle conoscenze delle ovaie di questi animali ce l'ha fornito Ludwig³⁾ nel 1877, poscia nell'anno 1882 si ebbe un lavoro di Nicolas Christo-Apostolides⁴⁾, e nell' 87 uno di O. Hamann⁵⁾. L'ultimo lavoro del Cuénot⁶⁾, pubblicato nel 1888, contiene delle osservazioni più particolareggiate circa l'argomento da me trattato, che non han fatto i tre succitati osservatori. Il Cuénot prende in esame l'origine e lo sviluppo delle uova, ma, debbo, anche qui ripetere per le ragioni sopra esposte, che le osservazioni di questo ricercatore non trovano alcun riscontro con quelle

¹⁾ Van Beneden, Recherches sur la composition et la signification de l'œuf, basées sur l'étude de son mode de formation etc. Bruxelles 1870.

²⁾ Paladino, Della caducità del parenchima ovarico e del rinnovamento totale dello stesso, mercè ripetizione del processo di primordiale formazione. Giornale internazionale delle scienze mediche. An. III. 1881.

Della caducità del parenchima ovarico. Ulteriori ricerche sulla distruzione e sul rinnovamento del parenchima ovarico nei Mammiferi. Nuove contribuzioni alla morfologia e fisiologia dell'ovaia. p. 209. Napoli. Ed. Morano. An. 1887.

³⁾ Ludwig, H., Morphologische Studien an Echinodermen. 1877—1879.

⁴⁾ Nicolas Christo-Apostolides, Anatomie et développement des Ophiures. Archives de Zoologie expérimentale et générale, publ. sous la direction de H. Lacaze-Duthiers. 1882.

⁵⁾ Hamann, cfr. sup.

⁶⁾ Cuénot, cfr. sup.

che da me sono state fatte. Secondo questi, le *cellule primordiali*, trovandosi sul connettivo che negli individui giovani percorre in tutti i sensi l'ovario, aumentando di volume e rivestendosi dei granuli di vitello giallo che prima le circondava, farebbero ernia alla superficie della *rachis vitellina*, ed il *nucleo* sarà così la *vescicola germinativa*, il *nucleolo* la *macula*. Queste uova resterebbero attaccate alla *rachis vitellina* per un peduncolo che si rompe quando esse son puvenute a maturità. Io non so con quanto fondamento di verità il Cuénot possa asserire tutto ciò, ma non è a meravigliarsi, perchè, come da tutto si rileva, seguendo il Sabatier, code necessariamente negli stessi errori. È meraviglioso però come spesso trasportati da teorie ci sforziamo ad esse adattare le osservazioni che altrimenti potrebbero anche contraddire.

Ludwig ha il grande merito di averne per il primo data la nozione più esatta del luogo di formazione degli elementi sessuali, poscia Hamann aggiunse nuove osservazioni all'argomento e del complesso di queste ricerche ne risulta che i *sacchi ovarici* come i *sacchi testicolari* altro non sono che *approfondamenti della parete ventrale del corpo*: In corrispondenza della *tasca genitale*, cioè, le *cellule epiteliali* crescono tanto da formare delle *espansioni gemmiformi*. Questi ricercatori non han segnito nè l'*ovogenesi*, ne, come dissi, la *spermatogenesi*, per vedere quali fasi, cioè, le cellule epiteliali percorrono per divenire *elementi seminali materi*, le quali cose, io credo son degne di menzione e di studio sia per le quistioni che ancora si discutono, sia per la novità delle cognizioni che si possono acquistare per la *biologia cellulare*.

Gli *elementi epiteliali* per divenire nova mature subiscono grandi modificazioni: Essi da principio sono piccolissimi da misurare poco meno di $\frac{1}{2} \mu$, nell'aspetto, però, attestano un'attività tipica speciale, perchè s'intingono molto con i mezzi coloranti impiegati ed hanno un abito particolare: sono, cioè, molto granulose con protoplasma poco appariscente, come si vede nei nuclei segnati con *a* della fig. 12. tav. I. Queste cellule, che per i loro caratteri molto rassomigliano agli *spermatociti* di sopra descritti, si trovano in grande abbondanza nei *tubi ovarici* e qua e là sparsi nei *sacchi* spesso abbondantemente. Esse

perciò debbono avere un prodigioso potere di moltiplicazione, il quale per la piccolezza loro mi è stato difficile stabilire. Anche il Van Beneden ¹⁾ dire essere molto difficile dire come i nuclei si moltiplichino nella *massa protoplasmatica comune*; però, nei *Trematodi* e nei Crostacei ne ha osservato in via di moltiplicazione per *divisione*. Anche io col forte ingrandimento di un Koristka o meglio con l'obbiettivo ad immersione dello stesso ho potuto osservare che questi nuclei nel moltiplicarsi seguono la scissione indiretta. Le fasi cariocinetiche non sono veramente tipiche, ma la nucleina si atteggia in tal modo da attestarci un lavoro molto energico, il che sempre più mi incoraggia a credere che questi elementi sono paragonabili alle *cellule proliferanti*, provenienti dalla prima generazione (spermatogonie) di cui già fu parola nella *spermatogenesi*.

Sotto il n° 9 ho raffigurato delle cellule indicanti tutto il movimento cariocinetico: Nella prima cellula mentre la nucleina è sparsa ugualmente nella seconda incomincia ad orientarsi, disponendosi alla periferia per formare il *monastro*. Di cellule così atteggiate se ne trovano molte e con i granuli più o meno grossi e più o meno diffusi, mentre in alcune si vedono le anse tipiche del *monastro*. Da questa fase si passa a quella di *piastra equatoriale* in cui la nucleina evidentemente si è disposta all'*equatore* del nucleo: da qui ne viene il *diastro* e poi la *scissione*. Quale è la destinazione delle cellule che ne derivano? A ciò è molto facile rispondere, perchè ben presto queste cellule si differenziano in modo che alcune, continuando la loro evoluzione, divengono le *nova primordiali*, le altre e sono in più quantità, non differenziandosi fanno da elementi *protettori* e forse anche *nutritivi* delle nova in i sviluppo. È cosa invece certamente difficile stabilire con sufficiente determinatezza le fasi che le *uova primordiali* percorrono prima che il nucleo ed il protoplasma costituissero definitivamente la *vescicola germinativa* ed il *vitello*. A me solo è possibile qui riferire che gli *elementi iniziali delle uova* (Eierzellen) a poco a poco s'ingrandiscono e che nella cromatina incomincia un nuovo ed attivo lavoro. Da principio essi si trovano sparse di grosse

¹⁾ Van Beneden, cfr. sup. pag. 214.

granulazioni, mentre in fase poco più avanzata si rendono benissimo manifesti alcuni *movimenti cariocinetici* nel futuro nucleo ovarico, preparandolo così a costituire la *rete cromatica definitiva*. Nella figura 12 vien ritratto un punto corrispondente alla parete di un *sacco ovarico* in corrispondenza di un *tubo genitale*: In essa molto manifestamente si vedono cellule rimaste, per così dire, indifferenziate rispetto alla formazione delle uova, essendo destinate a formare i follicoli; ed altre che, continuando il loro differenziamento, si sono ingrandite ed atteggiate in *mitosi*. Probabilmente questo atteggiarsi delle cellule darà origine ad altra generazione, rappresentata da quelle segnate con *e* nella fig. 12 già creduti da me provenire dalla prima generazione. Se ciò fosse vero, certamente la comune origine delle uova e degli spermatozoi avrebbe un'indiscutibile prova, essendo entrambi il prodotto di una successione di elementi in evoluzione. Ma, per quanti tagli abbia potuto fare e per quanto attenta sia stata la mia osservazione, nella *cariocinesi* di questi elementi non mi fu dato vedere oltre la fase del *monastro*. Da questa figura pare che ne consegna la formazione della *rete* di Kleinenberg della vescicola germinativa, che in questo punto arriva a $1\ \mu$ o poco più. Questa rete da prima è fatta da poche maglie, che a mano a mano vanno aumentando di numero fino a formare una rete a maglie molto regolari, come si vede nelle uova comprese nella figura 10. La cromatina in queste uova, prima disposta in granulazioni alla periferia e nei pochi *punti nodali*, in seguito viene sparsa ugualmente lungo la *rete* resa regolare e nei *punti nodali* di essa. In uno di questi punti l'uovo iniziale lascia chiaramente vedere un corpo molto colorato, che pare venga iniziato da un *accumulo* di *cromatina*, come si vede in *a*, *a'* della fig. 10, il quale corpo in seguito diviene libero, acquistando una parete ed una struttura propria e costituendo la *macula germinativa* o *macchia* di Wagner. Questa nelle uova mature o prossime a maturità occupa sempre un posto eccentrico, mentre nelle uova in incipiente fase di sviluppo è quasi centrale. Da prima la cromatina pare che formi un cerchio alla periferia, ma nei casi di floridezza essa regolarmente si dispone in granuli vicino alla parete, mentre un grosso granulo con la stessa colorazione trovasi nel centro. La macula

germinativa s'intinge fortemente con i mezzi di colorazione impiegati e spesso è tale l'intinzione da non lasciar vedere alcuna struttura. In essa da altri osservatori furono osservati dei *vacuoli*, ma, a me questi non si mostrarono che in evidente *fase d'involutione* e con questo criterio di essi bisogna darsi ragione. La *vescicola germinativa*, aumentando ancora le sue dimensioni arriva a 5 o 6 μ ed acquista una parete molto ben definita ed a doppio contorno. La *sostanza cromatica*, che prima era poco visibile o sparsa ugualmente lungo i fili della rete e nei punti nodali di essa a misura che l'uovo si avvicina a maturità tende a raccogliendosi nel centro in tante masse varie per grandezza e circondanti la macchia di Wagner. Ciò è chiaramente visibile nelle nova comprese sotto il n° 11, disegnate per far vedere le loro diverse dimensioni ed il loro graduale sviluppo.

Mentre queste fasi percorre la vescicola germinativa, intorno ad essa si forma il vitello. Nei primi momenti, prima che si costituisse la rete, intorno ai nuclei in evidente *fase cariocinetica*, vi è un'area perfettamente chiara (fig. 12, *x, x', x''*); però, appena la rete definitiva della vescicola si è costituita, vi è una piccola zona di vitello pallido, senza struttura (fig. 10, *a, b*), che in seguito si mostra reticolare (fig. 11, *e*). In fase successiva, il vitello, aumentando in estensione, si presenta in *due zone* di cui una circonda la vescicola germinativa, che si colora intensamente e che col solo trattamento al liquido di Flemming od acido osmico mostrasi molto nera, l'altra pallida ed a maglie larghe. La prima zona nel suo apparire sembrerebbe un ispessimento della *parete della vescicola germinativa* (fig. 10, *e*), ma, a poco a poco si ingrandisce, espandendosi spesse in tutto il vitello. Questa zona omogenea, quasi senza struttura; in seguito ne mentisce una *filare*, che poi chiaramente si mostra reticolare a maglie estremamente piccole (Fig. 10, *d, e, f*). Coloro i quali si occuparono delle uova nell'ovaia di questi animali non parlano di questa porzione di vitello, che io credo si formi per il rapido accrescimento di esso. Solamento Apostolides¹⁾ dice che attorno alla vescicola germinativa vi è una parte di sostanza vitellina più trasparente, la quale salvo quest'unico carattere non sembra aver

¹⁾ Nicolas Christo-Apostolides, cfr. sup. p. 189.

membrana limitante. Su ciò io posso con certezza asseverare che questa in realtà non esiste e che quelle due zone sono fra loro continue; chè, se fin dal loro primo apparire mostrano una notevole discontinuità ciò dipende dalla differente condensazione della rete. Difatti, col crescere del vitello, la prima zona si diffonde a poco a poco nella seconda, rendendo le sue maglie più larghe e più manifeste. Nella fig. 16, infatti, vediamo che di essa non rimane che un ultimo avanzo, mentre, nella fig. 11, manda dei raggi verso la periferia dell'uovo mostrandoci proprio il processo con cui quella diffusione si avvera. Questa figura ne attesta ancora che ciò interviene per la formazione dei *granuli lecitici*, i quali, cominciando a formarsi dalla periferia fra le maglie della *rete vitellina*, a misura che si avanzano verso il centro, le distende, facendo a poco a poco scomparire quelle due zone. In seguitto, per l'ingrandirsi dei *granuli lecitici*, quando tutte le maglie ne sono riempite, la *rete vitellina* vien nascosta da quelli, di guisa che il vitello di un uovo maturo o prossimo a maturità sembra esser fatto dalla sola *lecitina justaposta*. I granuli di lecitina nello stato di floridezza dell'uovo sono ben distinti, rotondeggianti, trasparenti e di una grandezza varia non mai arrivante ad $\frac{1}{4}$ di μ .

La *membrana vitellina*, che perfettamente si adagia sul vitello, è sottilissima e di struttura omogenea. Essa invisibile o non esistente nel primo apparire del vitello, si appalesa negli ulteriori differenzamenti di questo seguendolo sempre e degenerandosi con esso. Circa all'importanza che la lecitina acquista per la vita dell'uovo varie sono state le opinioni ed il Van Beneden¹⁾ la crede parte accessoria del vitello, mentre altri la parte essenziale. A me pare certo che essa è un elemento di un alto valore funzionale, seguendo l'uovo in tutte le sue vicende. Difatti, nell'*Amphiura squamata*, in cui esso vien fecondato nell'interno dell'animale col quale acquista speciali rapporti, poco noti ancora, per lo sviluppo ulteriore dell'embrione, i granuli lecitici o non esistono o sono piccolissimi e sparsi qua e là nella rete vitellina. Ciò si rende manifesto, osservando la fig. 13 in cui vien rappresentato un uovo maturo di quest'animale, il quale uovo è abbastanza piccolo

¹⁾ Van Beneden, cfr. sup.

messo in rapporto a quello delle altre Ophiureae, non misurando in tutto che 4 μ , di cui 2 sono occupati dalla vescicola germinativa. È chiaro che la sua piccolezza è in relazione alla condizione dello sviluppo. Dissociando nell'acqua di mare un sacco ovarico e facendo uscire le uova dal loro follicolo si vede spesso come esse possano cacciare dei prolungamenti in uno o più punti. Le uova delle *Ophiureae* presentano una colorazione speciale che spesso varia con le specie. Io ho potuto constatare che nell'*Ophioderma longicauda* hanno una colorazione nerastra, nell'*Ophiomixa pentagona* ed *Amphiura Chiajei*: rosea, nell'*Ophiotrix fragilis*: cioccolatta, nell'*echinata* ed *Ophioglifa lacertosa*: rosso-ranciato, quelle di *Amphiura squamata* hanno un color rosso-vinoso. Questa colorazione risiede nel vitello e propriamente nella lecitina, difatti le uova nelle prime fasi dello sviluppo sono giallette o completamente trasparenti e vanno gradatamente acquistando la loro speciale colorazione coll'approssimarsi alla maturità per la formazione dei *granuli lecitici*.

Le uova nell'ovaia sono circondate da un *follicolo* il quale è fatto da nuclei aventi gli stessi caratteri di quelli che si trovano nei *tubi ovarici* e qua e là sparsi nel sacco. Essi sono disposti ad uguale distanza ed immersi in una membrana sottile e trasparente.

Circa la formazione del *follicolo ovarico* non mancarono le solite interpretazioni fra i diversi osservatori: H. Fol¹⁾ crede che le cellule follicolari provenissero dall'esterno dell'uovo sul quale verrebbero ad applicarsi ed appiattirsi per formare una membrana. Questa idea seguita dal Roule²⁾ viene combattuta dal Sabatier³⁾ il quale emette l'opinione, cioè, che le cellule del follicolo siano un derivato del vitello, che espelle dei granuli da principio chiari, i quali poi acquistano delle granulazioni. Non ostante tutto ciò, oggi quasi tutti gli osservatori, quali

¹⁾ Fol, Sur l'origine des cellules du follicule et de l'ovule chez les Ascidies et chez autres animaux. Comptes rendus à l'Ac. de sc. de Paris. 1883.

²⁾ Roule, La structure de l'ovaire et la formation des œufs chez le Phallusiades. Comptes rendus à l'Ac. de sc. de Paris. 1883.

³⁾ Sabatier, Sur les cellules du follicule et de la nature de la sexualité. Comptes rend. etc. 1883.

Sur les cellules du follicule et les cellules granuleuses chez les Tuniciers. Recueil Zoolog. Suisse. 1884.

Van Beneden e Joulin ¹⁾, Paladino ²⁾, Garnault ³⁾, si accordano nell'ammettere che, come nella formazione del *disco prolifero* dei mammiferi (Paladino) le cellule che concorrono a questa formazione sono le cellule epiteliali stesse, che negli approfondamenti ovarici avvolgono quella cellula che dovrà differenziarsi in uovo, così in tutte le formazioni ovariche sono le cellule stesse donde queste derivano che concorrono a formare l'involuppo protettore. Le osservazioni, tratte dalla classe degli animali da me studiati, sono contrarie tra loro, giacchè René Koehler ⁴⁾ dice essere la membrana follicolare di origine *connettivale*, per studii fatti sugli *Echinidei*, Apostolides ⁵⁾ per le *Ophiureae* e della stessa opinione. Cuénot ⁶⁾ la crede fatta dal connettivo che attraversa in tutti i sensi i sacchi genitali. Ludwig ⁷⁾ ed Hamann ⁸⁾ invece descrivono e raffigurano la *membrana del follicolo*, la quale molto giustamente, secondo questi due osservatori è fatta dalle stesse cellule donde le uova provengono. A quel che questi ne han detto io non fo altro che aggiungere qualche particolarità. Nella fig. 12 chiaramente si vede che, in mezzo alla grande produzione di cellule germinali, alcune (cell. segnate con *b*) si sono accostate a quelle in via di sviluppo o già sviluppate in uova, adattandosi sia attorno al vitello, sia attorno all'area chiara delle uova primordiali in cinesi. Queste cellule, probabilmente moltiplicandosi o perchè altre vengono ad accostarsi, formano da prima un rivestimento cellulare continuo; però, a misura che l'uovo cresce, esse vengono scostate tra loro, e quando questo è maturo o prossimo alla maturazione il *follicolo* è fatto da una membrana delicata ed omogenea con nuclei regolarmente disposti. Questa membrana così fatta verosimilmente rappresenterà un *sincizio*, come il Gar-

¹⁾ Van Beneden e Joulin, Morphologie des Tuniciers. Arch. de Biologie. T. IV.

²⁾ Paladino, cfr. sup.

³⁾ Garnault, Recherches sur la structure et le développement de l'œuf et de son follicule chez les Chitonides. Arch. de Zoolog. expér. et générale par Lacaze. Duthiers 1888.

⁴⁾ Koehler, Recherches sur les Chinides des côtes de France. Annales du Musée d'Histoire naturelle de Montpellier. 1883.

⁵⁾ Apostolides, cfr. sup.

⁶⁾ Cuénot, cfr. sup.

⁷⁾ Ludwig, cfr. sup.

⁸⁾ Hamann, cfr. sup.

nault¹⁾ ha creduto per il follicolo delle uova del *Cyclostoma elegans*. Io ci ho tanta ragione per credere in ciò, non sapendomi spiegare altrimenti come i nuclei di questa formazione affluiscano in quei punti dove si dovrà iniziare il *rinnovamento* del *parenchima ovarico*.

Le uova completamente (fig. 14) mature prima di essere deposte sono fornite di tutti gli attributi specifici di questi elementi: Hanno, cioè, *vesc. germinativa* tondeggianti con *parete a doppio contorno*, con *sostanza cromatica* formante una *rete* ed *acromatica interposta*: hanno *macchia* di Wagner ben differenziata quasi sempre eccentrica. Il *vitello* presentasi uniforme con *lecitina* fatta da granuli tondeggianti, di uguale dimensione e simmetricamente disposti gli uni vicino agli altri: hanno inoltre una *membrana vitellina* sottile ed aderente e sono fornite di una membrana follicolare che lasciano quando sono deposte. Esse hanno un diametro di 16 μ .

Distruzione e rinnovamento del parenchima ovarico.

Le ovaie degli animali da me presi in esame per ciò che riguarda il titolo di questo paragrafo, mi fornirono un campo molto fecondo di osservazioni per e la novità dei fatti che ho potuto riscontrare in elementi di forme, a così dire, grandiose.

Se fu cosa agevole osservare che alcune uova giunte ad un certo sviluppo subiscono la sorte comune a tutti gli elementi istologici, pure il merito di avere scoperto un doppio movimento di distruzione e di rinnovamento è del Paladino²⁾, il quale con massima chiarezza ha dimostrato come il *parenchima ovarico* nei Mammiferi, si *distrugge* e si *rinnovella continuamente* mercè *ripetizione* del *processo di primordiale formazione*. Da questo punto di vista io non fo altro che dare nuovo contributo alla fisiologia delle ovaie, il quale, se da una parte riafferma quel lavoro organico, dall'altra mostra nuove fasi di distruzione ed una differenza nel processo di rinnovamento. Il modo più comune di distruzione delle uova è per *degenerazione*, quando esse sono già per-

¹⁾ Garnault, Recherches anatomiques et histologiques sur le *Cyclostoma elegans*. Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux. 1887.

²⁾ Paladino, cfr. sup.

venute a maturità nelle ovaie: ciò, d'altronde non esclude che esse si possano anche distruggere in una fase molto precoce della loro evoluzione. Il processo comincia dalla *vescicola germinativa* e dalla *macchia* di Wagner per una *degenerazione jalina*. Questo movimento si inizia nella *rete cromatica*, la quale si rompe in tanti punti, accumulandosi così in tante masse, che si possono trovare sparse qua e là nella vescicola o raccolte nel centro di essa (fig. 16, *a*). In seguito (fig. 17), quando il suo contenuto si è reso quasi spugnoso e molto pallido, incomincia dalla periferia a rendersi jalina, mentre in fasi ulteriori, mostrasi tutta di un solo pezzo, pallida e senza struttura, come chiaro apparisce in *v* della fig. 27 e 28. Resa jalina la *vescicola germinativa* essa si avvizzisce e si raggrinza in modo da far vedere i suoi contorni sinuosi. Questo processo di raggrinzimento spesse volte è tale da mostrare la vescicola atteggiata nei modi più bizzarri: In effetti, nella fig. 18 essa presentasi sotto forma di una mezzaluna, il contenuto della quale non ancora *jalino*, mostrasi tutto sconvolto e con inizio di tal processo. Che questa forma sia dipesa per raggrinzimento e non da altre cause relative alla tecnica ce lo dimostra lo spazio limitato dal vitello, il quale spazio era prima certamente occupato dalla vesc. germ. tondeggianti, come nei casi di sua piena floridezza. Non ho voluto figurare e descrivere le svariate forme che assume la vescicola per non dilungarmi abbastanza, ma essa si accartocchia e si distende in svariate guise.

È anche caratteristico nella degenerazione della vescicola la formazione di *vacuoli*, i quali da prima piccoli, in seguito, fondendosi tra loro, ne formano altri più grandi. Essi sono molto evidenti nelle uova di *Ophiotrix fragilis*, come si vede in *b* della figura 19 ed in *a* della stessa tratta da un uovo di *Ophioderma longicauda*.

In altre uova ho trovato tutta la sostanza cromatica della *vescicola* spinta alla periferia, formante una zona omogenea, intensamente colorata, come si vede nella fig. 22.

La *vescicola germ.* si può anche distruggere per una *degenerazione grassa*. Questo processo nei punti dove ebbi ad osservarlo si rende molto evidente per non cadere in errore: Nella fig. 21 infatti, si vede una *vescicola germinativa* con la sua macula, tratte da un uovo, di

Ophiomixa pentagona, fissato al liquido di Flemming e colorato all'Ematossilina Böhmer: Quivi nella macula si vede un accumulo di sostanza grassa resa nera dall'acido osmico contenuto nel liquido fissatore, mentre la vescicola è conspersa tutta quanta da *granuli* di *grasso* che si mostrano con parete annerita e contenuto trasparente. La *rete cromatica* in vescicole così degenerate mostrasi in fase di disfacimento, mentre la parete è tutta raggrinzata.

In alcune uova la vescicola germinativa assume una forma caratteristica, che ben si può paragonare a quella di un fuso o meglio di una fiala: Essa, cioè, spostandosi verso la periferia dell'uovo, protubera in fuori ed allungandosi spinge la membrana vitellina. Questo processo si può seguire nei suoi varii stadii, come chiaro apparisce nella fig. 24 che ne rappresenta il principio e nelle figure seguenti: 25 e 26, che ne rappresentano il compimento. In queste diverse fasi è singolare il vedere come la *sostanza cromatica* sia spinta alla periferia della *vescicola* e quindi all'apice del cono, dove si raccoglie quasi in una sfera, che mostrasi intensamente colorata, mentre il resto rimane pallido e con una sostanza filamentosa sconvolta. Fuori ed in corrispondenza di queste formazioni si trovano spesso globuli più tosto grossi di sostanza intensamente colorata. In alcuni punti dei tagli di ovaie di *ophiotrix fragilis* ho trovato molte uova atteggiata nel modo descritto non solo, ma, sparse qua e là nel sacco ovarico delle masse quasi dei blocchi di quella sostanza. Unitamente a questo processo la vescicola germinativa può essere divenuta ialina, come si vede nella fig. 26, però in alto assume sempre un'intensa colorazione. A dir vero in sulle prime ho creduto che queste figure fossero causate per azione del liquido fissatore o per altra causa relativa alla tecnica, ma come esse mi si mostrarono sempre in tutti i tagli da me fatti e studiati, i quali furono diversamente trattati sia col miscuglio *osmo-cromo-acetico*, sia con quello *cromo-nitrico*, sia con la soluzione di *bicloruro* di *mercurio* al 2%, non si può in verun modo concepire che liquidi di rapida azione e di differente composizione chimica possano produrre gli stessi effetti su di uno stesso tessuto. Esclusa un'alterazione dipendente dalla tecnica, ed ammesso quell'atteggiarsi un fatto organico delle uova, feci varie supposizioni per darmene ragione; però, sempre

più mi ebbi a convincere, che questo processo inizia una fase involutiva dell'uovo. In questo modo, a me pare, viene espulso dall'uovo l'elemento principale quando esso non è destinato ad essere fecondato e questa espulsione incomincia dalla nucleina, la quale come dissi va ad accumularsi all'apice del cono. In alcune uova invece si vede che la vescicola germinativa, senza aver acquistato quella figura, viene espulsa di un pezzo per il gonfiarsi del vitello e conseguente rottura della membrana vitellina. La *macula germinativa* si degenera quasi contemporaneamente alla vescicola: Essa in alcune uova mostrasi pallida ed in evidente *degenerazione jalina*, mentre in altre intensamente colorata e con sostanza cromatica spinta alla periferia, formante una zona continua, come si vede nella fig. 17. In qualche uovo che mostra la vescicola germinativa completamente degenerata, la macula è fatta in modo da lasciar vedere due cerchi dei quali uno periferico intensamente colorato ed un nucleo centrale con la stessa colorazione (fig. 20). In altre vi sono formazioni di *vacuoli*.

Il *vitello* si degenera e si distrugge molto dopo della *vesc. germinativa*: difatti, quando questa è in via di degenerazione o completamente degenerata esso mostrasi ancora intatto e con i caratteri della piena floridezza dell'uovo. La distruzione del vitello incomincia dai *granuli lecitici* i quali si gonfiano (fig. 23, *a*), si spostano, rompendo la loro parete sottile e versando il loro contenuto. Allora, tutto il vitello si disgrega, lasciando vedere degli spazii sia attorno alla vescicola, sia dentro la sua massa istessa. La *membrana vitellina* in questo, diventa, per così dire, *sclerosa*, senza con ciò acquistare una struttura. D'accosto alla membrana vitellina, nelle uova così degenerate, trovasi uno strato quasi spugnoso ed intensamente colorato, il quale verosimilmente vien costituito dalla rete del *vitello* rotta per il gonfiarsi dei granuli lecitici e spinta alla periferia dell'uovo. Nella fig. 23 tutti questi fatti sono resi evidenti: In essa si vedono non solo *granuli lecitici* più o meno gonfiati (*a*) ma, alcuni raggrinzati (*b*), mentre il resto del vitello pare sia occupato da una massa spugnosa, che certamente vien costituita dal contenuto dei granuli rotti e dalla parete di essi. La membrana vitellina in fase inoltrata di distruzione si raggrinza, si piega in alcuni punti, facendo sì che il contenuto

seguisse questi movimenti. La fig. 28 ci mostra un uovo ripiegato in un punto con la *lecitina* già gonfiata ed adattata, secondo quel ripiegamento. In seguito, la *membrana vitellina* si rompe per la pressione esercitata su di essa dai granuli rigonfiati e si sparge quasi violentemente il contenuto. Nella fig. 30 ho ritratto un taglio di un intero sacco ovarico in cui con le uova in diversa fase *evolutiva* ed *involutiva* si trova gran quantità di vitello sparso da per tutto. Di ciò mi resi anche ragione, osservando nell'acqua di mare dei sacchi ovarici, appena estratti dall'ovaia: Essi esternamente mi apparivano torbidi con uova evidentemente degenerate; mentre, poi, aprendoli e facendo uscire con precauzione il contenuto, vedevo dei globuli di una sostanza trasparente, che erano i granuli lecitici fuorusciti.

Le uova non solo si distruggono quando son pervenuto al completo sviluppo, ma, come sopra accennai, anche nelle fasi poco inoltrate della loro evoluzione. In effetti, nella fig. 16 ho rappresentato un uovo con *vitello*, il quale non ha ancora percorso il suo ciclo vitale ed in cui la *vescicola germinativa* mostra già la sua parete raggrinzata ed il contenuto sconvolto con sostanza cromatica accumulata. Anche in fase meno inoltrata dello sviluppo l'uovo può essere aggredito da degenerazione; così, nella fig. 27, la vescic. germ. è divenuta *jalina*, mentre ancora d'accosto ad essa esiste la zona di vitello più colorato, che anche mostrasi in fase degenerativa.

Nella stesso tempo che la distruzione si avvera in così larga scala, un nuovo lavoro di *rinnovazione* s'inizia nel *parenchima ovarico* in modo da riprodurre gli elementi distrutti. Le cellule a ciò destinate sono quelle del *follicolo ovarico* le quali iniziano e portano a termine il processo evolutivo nella stessa guisa delle *cellule dell'epitelio germinativo*. Nello sviluppo di queste uova però, non mi son mai imbattuto nelle *fasi cariocinetiche* caratteristiche delle *uova primordiali*, forse perchè gli elementi ovarici forniti dalla membrana del follicolo accelerano il loro ciclo evolutivo. Questo processo di nuova formazione nelle Ophiureae è per nulla omologo a quello dei Mammiferi già studiati dal Paladino ¹⁾, essendo in questi i nuovi elementi

¹⁾ Paladino, cfr. sup.

forniti da altri approfondamenti dell'epitelio *germinale superficiale* e non dal *disco prolifero*.

Il *processo di rinnovazione*, avverandosi ordinariamente nel follicolo di uova in fase di distruzione, non esclude la possibilità di riscontrarsi in quello di uova ancora floride o nel corso del loro sviluppo. Le *cellule follicolari*, sviluppando i caratteri delle *uova primordiali*, fin dal loro primo apparire sono immersi nella spessezza della *membrana del follicolo* ed a misura che esse crescono, protuberano in fuori, portandosi dietro la membrana ed i nuclei indifferenziati di essa. In questo momento altri nuclei vi accorrono da punti spesso lontani, lasciando lunghi tratti sprovvisti di questi elementi, come chiaro appare nella figura 28. Nella fig. 29 si vede che la *membrana del follicolo*, la quale regolarmente si adatta sull'*uovo primitivo*, in alcuni punti, per lo sviluppo di *uova*, per così dire *secondarie*, se ne allontana per ricoprire queste. In seguito con l'accrescersi dell'uovo, continuando il processo di rivestimento, la *membrana follicolare* s'insinua fra le due uova fino a coprire quello, che ho detto *secondario*. Tutto ciò è evidente nella fig. 28, *x*, dove il ripiegamento della membrana fra le due uova è appena iniziato. Queste uova di nuova formazione così fornite di membrana follicolare si staccano dal punto donde ebbero origine per il distruggersi dell'uovo iniziale, come si vede nel punto *y* della fig. 30. I nuclei del follicolo, non differenziati, si degenerano anch'essi, appena distrutto l'*uovo primitivo*, servendo come elementi di nutrizione alla nuova generazione. A questo punto sorgerebbe una quistione d'importanza non lieve per sapere, cioè, donde queste uova di nuova formazione traggano i materiali di nutrizione. Qualunque giudizio su ciò si volesse dare certo non riceverebbe conferma da diretta osservazione; ma, è pur vero, d'altronde che la biologia cellulare in generale se ne avvantaggia di molto, ritenendo che i nuovi edifizi si formano a spese di quelli demoliti. In questo caso gli elementi di nuova formazione ricevono nutrimento dal materiale accumulato dalle uova distrutte, le quali non saprei dire se subiscono una tale sorte per il crescere di quelli.

Il distruggersi ed il rinnovellarsi del parenchima ovarico non è continuo nelle ovaie delle *Ophiureae*, ma, si rende solamente attivo e

manifesto nelle epoche dell'anno corrispondenti ai periodi di *maturità sessuale* per assicurare il buon successo di alcuni elementi in mezzo ad una grande loro produzione: In altro tempo le ovaie pare che cadano in una *generale atrofia*. Che questo doppio movimento sia in rapporto alla enorme produzione di elementi ovarici me ne dà prova l'*Amphiura squamata*, in cui venendo a maturità, per le condizioni speciali di questo animale, uno o due uova, mai mi sono imbattuto in fasi degenerative di esse.

Conclusioni.

Da quel che precede si possono trarre queste conclusioni:

- 1° Le cellule, che danno origine alle uova, derivate dagli *approfondimenti dell'epitelio borsale*, si moltiplicano nei tubi ovarici e nel sacco per *scissione cariocinetica*.
- 2° Di questi elementi, alcuni, continuando la loro evoluzione, si differenziano sempre più in uova e formano la rete cromatica definitiva presentando *atteggiamenti alla mitosi*; altri, che sono in più gran numero, restando indifferenti si addossano intorno a quelli per formare i follicoli ovarici.
- 3° La *vescicola germinativa* da prima ha una rete con poche maglie le quali in seguito si rendono serrate e regolari con cumoli di *cromatina* nei punti nodali.
- 4° La *macula germinativa* da principio è fatta da un accumulo di cromatina, mentre, ulteriormente diventa un corpo isolato con struttura speciale.
- 5° Il *vitello*, da principio, rappresentato da una zona chiara e poi da una pallidamente colorata in cui a stento si vede una rete, in fasi consecutive presentasi in due zone: Una di queste avvolgente la vescicola germinativa e che nel primo suo apparire mentisce una struttura *filare* è intensamente colorata; l'altra è largamente reticolare e quasi incolore.
- 6° Queste due zone, come l'uovo si avvicina a maturità, scompaiono per la formazione dei granuli lecitici fra le maglie della rete vitellina.

- 7° Il *follicolo dell'uovo*, quando è prossimo alla maturità o completamente maturo, deve costituire un *sincizio*, affinchè i nuclei possano affluire dove si avvera il *processo di rinnovamento*.
- 8° È notevole circa la struttura e le dimensioni su riferite delle uova mature, la enorme differenza fra quello dell'*Amphiura squammata* e quello delle altre *Ophiureae*, essendo il primo solo 4 μ , con vitello contenente pochi granuli lecitici, mentre il secondo ne misura 16 o più ed ha il vitello, fatto da granuli lecitici tondeggianti ed abbondanti da nascondere la rete vitellina.
- 9° Le uova subiscono in diversi stadii della loro *evoluzione* un processo di *distruzione per degenerazione* dei loro elementi: La prima a degenerarsi è la *vescicola germinativa* e la *macchia* di Wagner, seguono il *vitello* e la *membrana vitellina*.
- 10° La *vesc. germ.* e la *macchia* di Wagner sono generalmente aggredite dalla degenerazione *jalina* o *colloidea*, raramente dalla degenerazione *grassa*. Il *vitello* si disgrega per il gonfiarsi dei *granuli lecitici* e la *membrana vitellina* s'ispessisce e si raggrinza.
- 11° In alcune uova la *vescicola germinativa* acquista una forma caratteristica, per cui pare che la *nucleina* sia espulsa prima che non si avveri la totale espulsione della vescicola.
- 12° Nello stesso tempo della *distruzione del parenchima ovarico* vi è contantemente un *rinnovamento palingenesiaco* dello stesso. In questo rinnovamento gli elementi sono forniti dal *follicolo ovarico*, ed in quel punto dove ciò si avvera vi affluiscono gli elementi vicini i quali servono a proteggere la nuova cellula che si evolve.
- 13° La distruzione delle uova in questi animali è in rapporto alla loro grande produzione ed alla loro funzione: difatti nell'*Amphiura squammata*, ermafrodita, in cui vengono a maturità uno o due uova ciò non si avvera.
- 14° In ultimo credo opportuno ricordare che la comune origine delle *uova* e degli *spermatozoi* trova anche nelle *Ophiureae* una conferma, avendo ravvisato essere entrambi non solo il prodotto di

una successione di elementi in evoluzione, ma che tra gli *spermatoцитi* e le cellule moltiplicantesi nei tubi ovarici vi é perfetta corrispondenza.

Morfologia dell'apparecchio riproduttore.

La morfologia degli organi genitali, su cui fu portata l'attenzione degli osservatori di sopra citati massime di Ludwig ¹⁾ conta già delle conoscenze; perciò se io ritorno su questo argomento è per rivedere alcune osservazioni e per aggiungere delle particolarità, portando ancora nuovo contributo con qualche specie non ancora studiata. Quantunque l'apparecchio riproduttore delle Ophiureae fosse tra i più semplici, pure le ricerche instituite precedentemente non sono abbastanza da averne con esattezza stabilito sia la forma che assumono i *sacchi genitali*, sia i rapporti esistenti tra questi e le *borse* e le altre parti vicine.

Si é discusso anzitutto se veramente esistessero gli *orifizii* per cui i *sacchi genitali* comunicano con le *borse*: Apostolides ²⁾ afferma che l'evacuazione dei *prodotti sessuali* si effettua per *deiscenza* dei sacchi medesimi: Cuénot ³⁾ confessa esser cosa molto difficile stabilire la loro esistenza e che probabilmente essi non esistono che al momento della *maturità sessuale* in cui si effettua un'*apertura temporanea* tra la parete della borsa e l'interno del sacco genitale, permettendo al contenuto di quest'ultimo di uscire.

Contrariamente a quanto i succitati osservatori hanno detto, nella fig. 2 della tav. XXII io ho ritratto un punto in cui chiaramente si vede che una vera apertura del sacco genitale esiste permanentemente e che essa non vien prodotta per l'evacuarsi dei prodotti sessuali, perchè la glandula raffigurata non si è svuotata di essi. In questa figura si vede che l'*epitelio* che riveste la *borsa* si arresta all'orlo dell'apertura medesima per continuarsi in alto dove forma i *prodotti sessuali*, mentre

¹⁾ Ludwig, cfr. sup. Beiträge zur Anatomie der Ophiuren. cfr. Die Geschlechtsorgane und die Bursae.

²⁾ Nicolas Christo-Apostolides, cfr. sup. pag. 186.

³⁾ Cuénot, cfr. sup. pag. 72.

il *connettivo* sottostante si estroflette in corrispondenza per cingere la *glandula genitale*.

Nelle *Ophiureae* da me studiate, circa la forma esterna dei sacchi genitali ho riscontrato i due tipi già riconosciuti dai precedenti osservatori. Però l'Apostolides ed il Cuénot affermano che negli *ophiotrichidei* i sacchi genitali sono unici e che hanno la forma caratteristica di un *corne de blier* (Apostolides). Questa apparente rassomiglianza a me pare poco esatta; perch se fra i due tipi vi  effettivamente una spiccata differenza, pure dall'uno all'altro vi si pu ricondscere un graduale passaggio. Negli *ophiotrichidei*, infatti, le glandule genitali non sono uniche, come si  affermato, ma esse invece possono arrivare a tre ed anche quattro. Di queste: una molto grande (fig. 3, *a, a*) sta alla periferia dell'interraggio addossata al braccio corrispondente, estendendosi quasi dal centro del disco fino alla periferia dove incontra l'altra del lato opposto: in alto si ripiega coprendo gli altri due o tre piccoli sacchi (*b, b*): Queste glandule sono solcate nel senso dell'*asse minore* e questi solchi sono irregolari massime negli *individui femmine* dove, rendendosi pi profondi danno alla intera glandula un aspetto quasi tubercolato. Questi solchi come avanzi ho detto, corrispondenti a ripiegature del connettivo determinano la forma a *rosario*, come si vede nella fig. 4, tratta da un taglio trasversale di *Ophiotrix fragilis*; per, in sezione perpendicolare, i punti indicati si mostrano come *prolungamenti anche seriali e concorrenti* verso le borse. Mi pare cosa degna di essere qui notata che, questa forma delle glandule, in questo genere, debba trovare sufficiente ragione nel modo come l'*epitelio* della *borsa* si dispone, formante ci di tratto in tratto dei cumuli cellulari. Come si vede nella figura 5, fatta schematicamente per far vedere i rapporti dell'apparecchio sessuale, le glandule genitali (*gg*) sono tutte ridotte nella *porzione borsale* corrispondente al *raggio* (*r*), mentre, le borse (*b*) si estendono nella porzione centrale. Questi due apparecchi sono coperti dallo stomaco (*st*) e resi indipendenti da un cieco stomacale come si vede nelle figure 3, *e*, 4, *e*, 5, *cs*. Per, col crescere dell'animale, le glandule, genitali, acquistando dimensioni molto grandi, restano allo scoperto, mentre il cieco viene ad essere meglio accentuato.

Nell'*Ophioderma longicauda*, già presa in esame dal Ludwig, alle due aperture genitali non corrisponde alcuna sdoppiatura delle borse. Il Ludwig dice esser cosa molto difficile la loro preparazione, stante la sottigliezza della parete, tanto che non ci dà alcuna figura; ma, io son riuscito a metterle allo scoperto, adoperando il *liquido picro-solforico* di Kleinenberg. Nella fig. 6, poco ingrandita dal vero, fatta dopo aver levato il tegumento dorsale e lo stomaco, si vede che corrispondentemente alle due aperture le borse si estendono dalla periferia al centro del disco. La porzione *borsale aborale* è molto larga e forma tante ripiegature fra le quali sono compresi i sacchi genitali disposti in linee raggianti, l'*adorale* è poco estesa e *cupoliforme*, come si vede nella fig. 6, *pb*, e nella fig. 8, *b, b*, tratta da un taglio perpendicolare a questa porzione. In quest'ultima figura si vede che il connettivo della *borsa* è tutto quanto consparso da *corpuscoli calcarei*, continuazione di quelli del tegumento ventrale e che su di esso vengono ad attaccarsi dei fasci connettivali, i quali fissano la *borsa* con lo *stomaco* e con le altre parti vicine (*raggi e pezzi boccali*). In questa disposizione si potrebbe riconoscere una differenziazione nella porzione *adorale* della *borsa* la quale avrà assunta una più spiccata *funzione respiratoria* per una *circolazione interstiziale* che si avvera fra le maglie del connettivo. Ma, a tal riguardo non è facil cosa pronunziarsi con sufficiente esattezza, dovendo verificare i rapporti con l'*apparecchio circolatorio*.

L'apparecchio sessuale dell'*Ophiomyxa pentagona* fu riprodotto macroscopicamente dal Ludwig nella fig. 24. tav. 26 del suo lavoro citato, ed illustrato con poche osservazioni. Io feci dei tagli ed in questi chiaramente si ha da vedere che le borse acquistano una grande estensione, premendosi contro lo stomaco, che nell'atto della *respirazione* vien sollevato. Circa ai *ciechi*, di cui ne parla Ludwig, essi possono dirsi veramente tali, giacchè anche nei tagli si presentano come lunghe ripiegature della parete borsale. I sacchi genitali si trovano disposte alla base della borsa, circondanti, cioè, l'apertura genitale, in più gran numero dal lato centrale dell'interraggio, mentre dal lato corrispondente al raggio sono in minor quantità. Questa disposizione delle borse e delle *glandule* apparisce nella figura 7 tratta schematica-

mente da un taglio verticale ad un interraggio. Nella figura 6, rappresentante l'apertura genitale della fig. precedentemente menzionata, si vede come l'*epitelio* ed il *connettivo* del *tegumento ventrale* si continuano nelle borse, il primo, serbando gli stessi caratteri, il secondo, assottogliandosi di molto e perdendo il pigmento di cui superficialmente era prima provvisto. I *sacchi genitali* sono anche circondati da connettivo, che proviene da quello della borsa. La presenza dei *corpuscoli calcarei* nell'*Ophiomyxa* è caratteristica, essendo sparsi da per ogni dove nei tessuti. I corpuscoli aghiformi che si trovano nel connettivo del tegumento (vedi fig. 6) in corrispondenza alle aperture genitali si radunano talmente da formare due grossi ammassi, i quali sono esternamente circondati sempre dal connettivo che tra essi manda dei prolungamenti. Lo scheletro calcareo si continua lungo tutto il connettivo della borsa, sia in detriti, sia in aghi, sia in piastre più o meno piccole, come ho rappresentato in *a, b, c, d, e, f, g, h* d'accosto alla figura 6 — Non solo nel connettivo delle borse, ma anche in quello circondante le glandule genitali vi sono corpuscoli calcarei, i quali arrivano ad insinuarsi fra i prolungamenti avanti descritti e che il connettivo posto alla periferia della glandula manda verso il lume. Osservando un sacco genitale dopo essere stato compresso con il coprioggetti si vede come esso è tutto consparso da corpuscoli calcarei, che assumono le forme su indicate ed in cui predominano quelli a forma di un *x* più o meno regolare (*a*).

Nell'*ophiglifa lacertosa* i sacchi genitali si dispongono lungo le borse, dal lato ventrale al dorsale, dove giungono fin quasi al centro del disco. Le borse però, formano lateralmente dei *ciechi*, che si approfondano nei *ciechi radiali* ed *interradiali* dello stomaco, i quali perciò acquistano la nota forma caratteristica.

L'*Amphiura Chiajii*, di cui l'apparecchio riproduttore non fu ancora studiato, presenta una disposizione delle *glandule genitali* quasi identica a quella dell'*Ophiomyxa*: Se si osserva dal lato ventrale, dopo aver levato le braccia, atteso la delicatezza del suo tegumento, si vede che le glandule di una figura piriforme circondano completamente l'apertura genitale, la quale esternamente vien limitata da un pezzo calcareo a forma di forcella. Osservando l'animale dal lato dorsale

dopo aver levato il tegumento e lo stomaco, si vedono le borse che si estendono sufficientemente dal lato adorale all'aborale con poche o nessuna ripiegatura, (vedi fig. 10, Tav. XXII). I sacchi genitali anche dal lato dorsale si mostrano disposti come precedentemente fu indicato.

Conclusioni.

- 1^o Contrariamente a quel che Apostolides e Cuénot ne avean riferito circa alla non esistenza degli orifizi genitali, essi esistono sempre, perchè come si vede nella fig. 2 Tav. XXII rappresentante un sacco testicolare non ancora evacuato, l'epitelio della borsa si arresta per continuarsi in alto formando una vera apertura.
- 2^o Negli *Ophiothrichidei* l'apparecchio non è fatto da una sola glandula, ma da tre o quattro, di cui una molto grande addossata alle braccia ed estesa dal punto *adorale* all'*aborale*. Le borse si estendono verso il lato centrale dell'interraggio ed i due apparecchi sono divisi da un cieco stomacale e coperti dallo stomaco. Ogni glandula rappresenta un gruppo di *punti seriali* di *maturazione* e ciò trae la sua origine dal modo di disporsi dell'epitelio sulla borsa.
- 3^o Nell'*Ophioderma longicauda* vi si può riconoscere una porzione *aborale* della borsa su cui sono disposte in riga le glandule seminali ed una porzione *adorale* sprovista di esse, poco estesa e legata allo stomaco ed alle parti vicine da fasci di connettivo. Nel connettivo delle borse vi sono abbondanti corpuscoli calcarei.
- 4^o Nell'*Ophiomyxa pentagona* le borse si estendono molto in alto e formano tante ripiegature, mentre le glandule genitali sono in basso, circondanti, cioè, l'apertura genitale. L'epitelio del tegumento non si modifica nelle borse, solo il connettivo si assottiglia ed è tutto consparso da corpuscoli calcarei, i quali arrivano anche a formarsi in quello cingente le glandule ed in quello che dalla periferia di queste va verso il lume.
- 5^o L'*Amphiura Chiajii* presenta quasi la stessa disposizione dell'*Ophiomyxa*, solo le *borse* sono poco estese e formano poche o nessuna ripiegatura.

6° Dalla generale disposizione delle *glandule genitali* sulle *borse* morfologicamente bisogna riconoscere che le prime si localizzano in determinati punti: sia del lato radiale (*Ophiotrix fragilis* ed *echinata*), sia sulla porzione aborale (*Ophioderma longicauda*) sia cingendo l'apertura genitale (*Ophiomyxa pentagona*, *Amphiura Chiajii*) mentre le seconde si estendono altrove per adempiere alla loro funzione respiratoria.

Queste ricerche, in gran parte eseguite nel *Laboratorio d'Istologia e fisiologia generale* della R. Università, durante gli anni 1889—90 e 90—91, furono di molto agevolate dalla dimora nella Stazione Zoologica Dohrn, dove occupai un tavolo di studio dipendente dal Ministero di Publica Istruzione.

Napoli, Maggio, 1891.

Bibliografia.

1. Ludwig, H., Morphologische Studien an Echinodermen. Beiträge zur Anatomie der Ophiuren. Cfr. Die Geschlechtsorgane und die Bursae. Jahrgang 1877, 1879.
 2. Christo-Apostolidès, Nicolas, Anatomie et développement des Ophiures. Arch. de Zoolog. expér. et générale, publiée sous la direction de H. Lacaze-Duthiers. An. 1882.
 3. Hamann, O., Die wandernden Urkeimzellen und ihre Reifungsstätten bei den Echinodermen. Zeitschrift für wissenschaftliche Zool. XLVI. 1. 1887.
 - — Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Heft 4. Anatomie und Histologie der Ophiuren und Crinoiden. Jena. Verlag von Gustav Fischer. 1889.
 4. Cuénot, L., Étude anatomique et morphologique sur les Ophiures. Arch. de Zoologie expér. et génér. publiée sous la direction de H. Lacaze-Duthiers. 1888.
 - — Contribution à l'étude anatomique des Asterides. Arch. de Zool. etc. 2^e série. Vol. V bis. (Sup.) An. 1887.
 5. Russo, A., Ricerche sulla distruzione e sul rinnovamento del parenchima ovarico nelle Ophiureae. Zoologischer Anzeiger No. 356. 1891.
-

Spiegazione delle figure delle tav. XXI e XXII.

Tavola XXI.

- Fig. 1—2. Due stadii di giovane *morula spermatica*, (secondo Cuénot, vedi fig. 12, *b* del lavoro citato).
- Fig. 3. *a* cell. della generazione S^2 in segmentazione binaria; *b* primo stadio della metamorfosi degli *spermatidi*; *cq* corpuscolo accessorio; *cp* corp. principale (da Bolles-Lee, vedi fig. 14 e 20 del lavoro citato).
- Fig. 4. Taglio di un sacco spermatico in cui si vedono le generazioni cellulari (S^1 , S^2 , S^3) che si succedono. *Sp* spermatozoi (Dalla fig. 8 del lavoro di Bolles-Lee).
- Fig. 5. Taglio di un sacco testicolare per far vedere la successione cellulare: *a* spermatogonie, *b* spermatociti, *c* spermatidi, *d* spermatozoi, *f* spermatociti in cariocinesi, *g* parete del sacco testicolare. Fissaz. liquido di Flemming. Coloraz. carminio allumico. Nachet $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 3}$.
- Fig. 6. Intero percorso delle spermatogonie per divenire spermatozoi: *a* spermatogonie, *b* spermatociti in riposo, *c* fase di spirema, *d* diverse fasi di *monastro*, *e* fasi di *piastra equatoriale*, *f* *diastro*, *x* inizio dello strozzamento, *g* diverse fasi degli spermatidi, *y* nucleina disposta a mezzaluna, *z* concentramento della nucleina e comparsa di un prolungamento, *w* futura testa dello spermatozoo, *m* allungamento del protoplasma per formare la coda, *cp* corpo principale, *ca* corpo accessorio. Fiss. liq. Flemming. col. carm. all. Nachet $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 7 \text{ imm.}}$.
- Fig. 7. Spermatozoi maturi. Nachet $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 7 \text{ imm.}}$.
- Fig. 8. Modo di aggrupparsi degli spermatozoi. Nachet $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 7 \text{ imm.}}$.
- Fig. 9. Fasi cariocinetiche che le cellule epiteliali percorrono per dare origine alle cellule follicolari ed alle uova primordiali.
- Fig. 10. Fasi diverse della formazione della rete di Kleinenberg, *a* accumulo di nucleina che inizia la formazione della macchia di Wagner. Koristka $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 8}$ Fiss. liq. Flemming. col. Ematossilina Böhmer.
- Fig. 11. Fasi successive dello sviluppo delle uova in cui si vede il vitello diviso in sue zone le quali a poco a poco si fondono per la formazione della lecitina. Koristka $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 8}$ Fiss. liq. Flemming. color. Ematossilina Böhmer.
- Idem. *g* Uovo in cui la zona centrale del vitello manda dei prolungamenti nella periferica per la formazione della lecitina. Col. Carminio boracico. Koristka $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 8}$.
- Fig. 12. Taglio di un sacco ovarico. Il punto rappresentato è tratto in vicinanza di un tubo. *a* cell. epiteliali, *b* cell. follicolari, *c* uova primordiali in diversa fase di formazione della rete cromatica, *e* uovo primordiali in fase di monastro, *f* lo stesso in fase di spezzettamento dello spirema, *g* uovo con vitello circondato delle cellule follicolari. Fiss. liq. Flemming, Col. Ematossilina Böhmer. Koristka $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 8}$ tubo alzato.

- Fig. 13. Uovo maturo di *Amphiura squamata*. Col. Ematossilina alcoolica. Koristka $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 8}$ t. a.
- Fig. 14. Uovo maturo di *Ophioderma longicauda*. Col. Carminio boracico. Koristka $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 8}$ t. a.
- Fig. 15. Fasi di degenerazione. *a* formazione di vacuoli; *b* degenerazione grassa; *c* per avvizzimento; *d* degenerazione a principio della formazione dello spermatozoo. Col. carminio allumico. Fiss. liq. Flemming. Nachet $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 7 \text{ imm.}}$
- Fig. 16. Uovo con vesc. germ. raggrinzata e con cromatina accumulata mentre il vitello è in sviluppo. Fiss. liq. Flemming. Col. Ematossilina Böhmer. Koristka $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 8}$.
- Fig. 17. Vescicola germ. in incipiente degenerazione jalina. Ematossilina Böhmer. liq. Flemming. Koristka $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 8}$ t. a.
- Fig. 18. Uovo di *ophioderma longicauda* con vesc. germ. a forma di mezzaluna vitello compatto. Fissaz. al liquido di Flemming. Col. al carminio boracico. Koristka $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 8}$.
- Fig. 19. Vesc. germ. con vacuoli. *a* di *ophioderma*; *b* di *ophiothrix*. Koristka $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 8}$.
- Fig. 20. Macchia di Wagner in degenerazione. La sostanza cromatica si è disposta in strati concentrici. Fiss. liq. Flemming. Col. Ematossilina Böhmer. Koristka $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 8}$ t. a.
- Fig. 21. Degenerazione grassa. Fiss. liq. Flemming. Col. Emat. Böhmer. Koristka $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 8}$.
- Fig. 22. Degen. della vesc. germ. La nucleina si è disposta alla periferia (*ophiothrix*) $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 8}$ Koristka.
- Fig. 23. Uovo mostrante il vitello sconvolto. *a* lecitina gonfiata; *b* membrana vitellina ispessita; *c* vesc. germ. jalina; *e* granuli lecitici raggiuati $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 4}$ Koristka.
- Fig. 24, 25, 26. Diverse fasi dell'espulsione della nucleina dalla vesc. germ. (24 e 25 di *ophioderma longicauda*, fiss. liq. Flemming, col. carminio boracico, 26 di *ophiothrix fragilis*, fiss. miscuglio cromo-nitrico, col. Emat. Böhmer). Koristka $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 8}$.
- Fig. 27. Uovo degenerato a principio del suo sviluppo. Vesc. germ. usa jalina. Fiss. liq. Flemming. Coloraz. Emat. Böhmer. Koristka $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 8}$.
- Fig. 28. Uova di nuova formazione: *u* uovo in degenerazione; *b* uovo di nuova formazione; *c* cellule follicolari affluite attorno al nuovo uovo; *x* ripiegamento della membrana follicolare. Vesc. germ. Koristka $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 4}$.
- Fig. 29. *a* uova di nuova formazione. *b* uovo in degenerazione. Koristka $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 4}$.
- Fig. 30. Taglio di un sacco ovarico, mostrante uova in distruzione (*u*) ed uova in diversa fase di evoluzione (*b* ed *a*) vitello sparso (*v*). Koristka $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 2}$.

Tavola XXII.

- Fig. 1. Taglio longitudinale di un sacco testicolare di *Ophiomyxa pentagona*. Fissazione al liquido di Flemming, colorazione all'Ematossilina Böhmer. *a* parete connettivale; *b* spermatogonie; *c* spermatociti; *d* spermatozoi.
Koristka $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 4}$.
- Fig. 2. Taglio perpendicolare ad un sacco testicolare. Fiss. e col. come sopra. *a* apertura del sacco; *e* epitelio della borsa; *cb* connettivo della borsa, che si continua in *cf* connet. della glandula; *sp* spermatogonie; *sc* spermatociti; *sz* spermatozoi.
- Fig. 3. *Ophiothrix fragilis* visto dal lato dorsale dopo aver levato il tegumento e la porzione superiore dello stomaco; *a. a* glandula genitale maggiore; *b. b* gl. gen. minore; *c* cieco stomacale.
- Fig. 4. Taglio longitudinale di *Ophiothrix fragilis*, porzione corrispondente ad un interraddio. *a. a* glandula genitale; *c* cieco stomacale; *st* stomaco; *b* borse; *ab* apertura genitale; *c* connettivo del tegumento che si continua nelle borse; *r* raggio.
- Fig. 5. Fig. schematica dell'apparecchio genitale di *Ophiothrix fragilis*. *st* stomaco; *cs* cieco stomacale; *r* raggio; *bc* bocca; *b* borsa; *gg* gland. genitali.
- Fig. 6. *Ophioderma longicauda* vista dal lato dorsale dopo aver levato il tegumento e lo stomaco. *b* bocca; *r* raggio; *gg* glandule genitali; *pb* porzione borsale adorale.
- Fig. 7. Taglio verticale corrispondente all'apertura genitale di *Ophiomyxa pentagona*. Fissazione al Biclورو di Mercurio, color. al Carminio boracico.
Koristka $\frac{\text{oc. } 3}{\text{obb. } 4}$. *ag* aperture genitale; *cp* epitelio del tegumento che si continua nella borsa (*eb*); *ct* connettivo del tegumento che si continua nella borsa (*cb*); *cc* corpuscoli calcarei; *ac* ammassi di corpuscoli calcarei; *gg* glandule genitali in cui si vedono corpuscoli calcarei nelle gittate del connettivo; *r* lato corrispondente al raggio; *a, b, c, d, e, f, g, h* diverse forme di corpuscoli.
- Fig. 8. Figura schematica della borsa e delle glandule genitali di *Ophiomyxa pentagona*. *b* borsa; *gg* gland. gen.; *r* lato corrispondente al raggio.
- Fig. 9. Taglio perpendicolare alla porzione adorale della borsa di *Ophioderma longicauda*. *bb* borse; *c* connettivo; *st* stomaco; *ag* aperture genitale; *cc* corpuscoli calcarei del tegumento che si continuano nelle borse; *tv* tegumento ventrale.
- Fig. 10. *Amphiura Chiajii*, vista dal lato ventrale per mostrare i sacchi genitali disposti intorno alle aperture genitali. *gg* glandule genitali; *ag* aperture genitali; *b* bocca; *r* raggio; *x* in questo punto fu levato il raggio per meglio vedere le aperture genitali e la disposizione delle glandule.
- Fig. 11. La stessa vista dal lato dorsale dopo aver levato lo stomaco per mostrare le borse. *gg* gl. genit.; *bz* borse; *b* bocca.

Note sur le Poids et les Dimensions du Foie chez l'Enfant

par

Alf. Stocquart, D. M.

Aide au Service des Autopsies de l'hôpital St. Jean de Bruxelles.

Les données anatomiques, que j'expose dans ce travail, concernent des enfants, âgés d'un an à trois ans accomplis. C'est pendant cette période de l'existence que les décès sont les plus nombreux chez l'enfant. C'est pourquoi, j'ai pu recueillir un nombre suffisant d'observations, dont la moyenne m'a permis de tirer des conclusions, qui ont une certaine valeur scientifique. En dehors de l'importance anthropologique et anatomique proprement dite, que peuvent avoir les recherches concernant le poids et les dimensions des viscères, il est évident que l'étude des caractères physiques extérieurs des organes constitue l'introduction indispensable aux travaux d'anatomie pathologique, qui se font sur la table de dissection. En faisant cette étude, j'ai donc eu en vue aussi de poser des jalons nécessaires pour ceux qui se livrent aux études d'anatomo-pathologiques du 1^{er} âge. De plus, la médecine légale pourra, à l'occasion, tirer profit de ces renseignements, qui sont signalés très-incomplètement, pour ne pas dire du tout, dans les auteurs classiques ou les publications spéciales.

A cet égard, pour ce qui concerne l'adulte, les traités d'Anatomie descriptive ne laissent rien à désirer et fournissent des renseignements complets. Mais il n'en est pas de même pour l'enfance, et c'est pour combler les lacunes, qui existent sur ce point, que j'ai poursuivi mes recherches d'anatomie normale dans ce sens.

Il est à noter que Frérichs, dans son traité pratique des maladies du foie et des voies biliaires (traduit par Duménil et Pellagot, 2^e édition, 1866, p. 20) signale la moyenne des mensurations et des pesées, qu'il

a faites sur un certain nombre de foies normaux (il ne dit pas combien), provenant de sujets âgés d'un an à 4 ans.

En voici le détail:

Poids du Corps 8300 gr
" " Foie 250 "

Dimensions du foie:

Longueur du lobe droit 87,5 mm
" " " gauche 100 "
Largeur " " droit 87,5 "
" " " gauche 43,7 "

Tels sont les seuls renseignements, que j'ai trouvés pour la période de la vie, qui concerne ce travail.

J'arrive à présent à l'exposé des résultats de mes observations. Je dirai d'abord, pour ce qui concerne le poids du foie, que j'ai procédé sur l'organe extrait du corps, sans apposition préalable de ligatures, par conséquent sur l'organe débarrassé du sang qu'il pourrait contenir en plus ou moins grande quantité. On obtient ainsi, comme le dit M. Sappey, le poids cadavérique du foie.

Quant aux dimensions, je les ai prises par lobe isolé, à la face convexe, dans le sens antéro-postérieur, que Frérichs appelle longueur, et dans le sens transversal, que le même auteur appelle largeur; dans cette dernière mesure, j'ai pris, naturellement, le ligament suspenseur du foie comme point de séparation des lobes.

13 Enfants âgés d'un an.

	Sexe	Poids du Foie	Dimensions du lobe droit du Foie		Dimensions du lobe gauche	
			Diamètre transverse	Diamètre antéro-postér.	Diamètre transverse	Diamètre antéro-postér.
1	Masculin	185 gr	95 mm	85 mm	55 mm	70 mm
2	"	330 "	105 "	115 "	60 "	100 "
3	"	320 "	115 "	130 "	60 "	100 "
4	"	240 "	105 "	125 "	55 "	100 "
5	"	350 "	100 "	100 "	80 "	120 "
6	"	270 "	105 "	100 "	55 "	105 "
7	"	300 "	115 "	110 "	57 "	115 "
8	"	380 "	115 "	130 "	60 "	110 "
Transp.:		2375 gr	855 mm	895 mm	482 mm	820 mm

	Sexe	Poids du Foie	Dimensions du lobe droit du Foie		Dimensions du lobe gauche	
			Diamètre transverse	Diamètre antéro-postér.	Diamètre transverse	Diamètre antéro-postér.
Report:	Féminin	2375 gr	855 mm	895 mm	482 mm	820 mm
9	"	265 "	100 "	100 "	50 "	90 "
10	"	210 "	82 "	105 "	53 "	100 "
11	"	290 "	95 "	125 "	40 "	90 "
12	"	240 "	90 "	95 "	60 "	90 "
13	"	275 "	110 "	100 "	65 "	100 "
		3655 gr	1332 mm	1420 mm	750 mm	1290 mm

En additionnant ces résultats, on obtient pour le poids de l'organe, le total de 3655 grammes, qui divisé par 13 donne la moyenne de 281 gr. à l'âge de 1 an.

En faisant les mêmes calculs pour les dimensions, on obtient les moyennes suivantes:

102 millimètres pour le diamètre transverse du lobe droit.

109 " " " " antéro-postérieur du lobe droit.

57 " " " " transverse du lobe gauche.

99 " " " " antéro-postérieur du lobe gauche.

11 Enfants âgés de deux ans.

	Sexe	Poids du Foie	Dimensions du lobe droit du Foie		Dimensions du lobe gauche	
			Diamètre transverse	Diamètre antéro-postér.	Diamètre transverse	Diamètre antéro-postér.
1	Masculin	370 gr	125 mm	110 mm	65 mm	115 mm
2	"	600 "	80 " (au hib.)	140 "	100 "	130 "
3	"	415 "	117 "	125 "	80 "	105 "
4	"	290 "	110 "	113 "	70 "	80 "
5	"	350 "	125 "	145 "	75 "	100 "
6	"	360 "	120 "	120 "	50 "	100 "
7	"	290 "	100 "	120 "	55 "	100 "
8	" 2 ¹ / ₂ ans	355 "	100 "	120 "	55 "	110 "
9	Féminin	280 "	95 "	115 "	70 "	108 "
10	"	270 "	115 "	130 "	60 "	110 "
11	"	255 "	115 "	115 "	50 "	100 "
		3835 gr	1202 mm	1353 mm	730 mm	1158 mm

Les mêmes calculs, que précédemment, donnent les moyennes suivantes:

- 348,6 grammes pour le poids de l'organe.
- 109 millimètres pour le diamètre transverse du lobe droit.
- 123 " " " " antéro-postérieur du lobe droit.
- 66,4 " " " " transverse du lobe gauche.
- 105 " " " " antéro-postérieur du lobe gauche.

8 enfants âgés de trois ans.

	Sexe	Poids du Foie	Dimensions du lobe droit du Foie		Dimensions du lobe gauche	
			Diamètre transverse	Diamètre antéro-postér.	Diamètre transverse	Diamètre antéro-postér.
1	Masculin	660 gr	130 mm	140 mm	73 mm	125 mm
2	"	425 "	120 "	135 "	80 "	90 "
3	"	330 "	55 "	110 "	100 "	110 "
4	Féminin	425 "	120 "	135 "	60 "	115 "
5	"	450 "	120 "	130 "	80 "	110 "
6	"	480 "	120 "	130 "	95 "	115 "
7	"	470 "	130 "	145 "	70 "	130 "
8	"	390 "	120 "	115 "	50 "	115 "
		3630 gr	915 mm	1040 mm	608 mm	910 mm

De ces chiffres, nous obtenons les moyennes suivantes:

- 453,7 grammes pour le poids de l'organe.
- 114 millimètres pour le diamètre transverse du lobe droit.
- 130 " " " " antéro-postérieur du lobe droit.
- 76 " " " " transverse du lobe gauche.
- 113,7 " " " " antéro-postérieur du lobe gauche.



Dr. Koch's Cure.

by

Professor Watson.

(Adelaide, South-Australia.)

The following report by Professor Watson on his visit to Germany and investigation of the Koch consumption cure has been forwarded to the Chief Secretary: — Mount Lofty, April 21, 1891. Sir—I have the honor to report that agreeably to your orders I proceeded to Berlin in January last with a view of learning the details of Professor Koch's remedy by personal observation. Having heard on arrival in Marseilles that a select committee had been formed in Paris to enquire into the working of Koch's fluid, of which an ample supply had been provided by Professor Koch, I went to Paris, where I remained several days, and then proceeded to Berlin. It is not my object to discuss statistics, as they have been fully entered into by my friend, Professor Anderson Stuart, in the able and monumental report which he has forwarded to the South Australian Government. The investigations of the Paris committee embraced the application of the remedy to all forms of both internal and external tuberculosis, viz, pulmonary phthisis (consumption), tuberculosis of the skin (lupus), of bones and joints (caries), and glands and other viscera (scrofula). The committee found that Koch's fluid, although usually producing a more or less beneficial local effect, was not sufficient to effect a cure; and moreover that the favorable local effect could not be produced without causing dangerous general disturbance. The committee were also of opinion that old and quiescent tubercular *foci* were stirred up into renewed mischievous activity by the action of Koch's fluid. As the assistants of two of the leading Parisian experimenters were on the point of visiting Berlin with a view to comparing these disappointing results with those of their German colleagues, I took the opportunity to accompany them. At Berlin our further investigations were greatly facilitated by an old fellow student of mine, Dr. Schlange, first assistant of Professor von Bergmann. We had not the honor of meeting with Professor Koch as he had ceased experimenting in the hospitals and

was absent from Berlin. At his laboratory, however, he was represented by Dr. Libbertz, from whom, by the kindness of Sir Arthur Blyth and Sir Edward Malet, the English Ambassador at Berlin, I received the supply of lymph which I had the pleasure of forwarding to you last January. The consensus of opinion amongst the leading hospital physicians and surgeons of Berlin whose experiments we had an opportunity of seeing (I refer to Professors von Bergmann, Bardeleben, Gerhardt, Leyden, Senator, Levy, and others) was that Professor Koch's remedy was useful, but not infallible in diagnosing tuberculosis from syphilis, cancer, and other diseases. As regards its therapeutic usefulness in consumption they agree that its application in picked cases of commencing phthisis occasionally effected, if not an absolute cure, an improvement, but that in advanced cases the remedy was useless if not dangerous. In tuberculosis of parts other than the lungs, such as the skin, bones, glands, and other viscera, they held that there was a great improvement in isolated cases, but that in the majority of cases the condition was not altered for better or worse. — Turning to the pathological aspect of the question: I may say that opportunities of examining the morbid anatomy of cases subjected to Professor Koch's treatment were less frequent in January than they had been in November, when the excitement occasioned by the professor's discovery was at its height, and when cases of advanced phthisis had been subjected to the new remedy. I was fortunate, however, to be able to attend demonstrations by Professors Virchow and Orth on the morbid anatomy of cases which had succumbed after, but not necessarily of, the injection of Koch's fluid. Both these pathologists inclined to the opinion that the nature of the changes that occurred in the human subject after the injection of Koch's fluid were not the same in all respects as those which followed Professor Koch's experimental injections in animals. They also pointed out that by the disintegration of tubercular tissues usually following inoculation the bacilli, which, according to Professor Koch, are not killed, might be set adrift and be carried away by the circulation and so set up fresh tubercular eruptions in other parts of the body. Apart from the risk of the above bacillary dissemination, a second danger occurs when the lung is the seat of the disease, because the air tubes may be inadequate to a complete expectoration of all the softened tubercular debris produced by the process of

separation and disintegration. That the transference of these debris into other parts of the lung, or even into the opposite lung by inspiration and gravitation will certainly produce multiple pneumonic consolidations, is the natural corollary. It may safely therefore be assumed that much additional observation and careful comparison of the post mortem appearances found in cases of phthisis subjected to Professor Koch's treatment with those in cases not subjected to the treatment, are necessary before any general conclusions as to the exact effect of the remedy can be drawn. Professor Koch's remedy is not therefore a thing to be lightly taken up, unless by experts of unquestioned clinical experience, with a profound knowledge of practical bacteriology. In conclusion, I may mention that while in Göttingen, after leaving Berlin, I endeavored to find out something on the nature of red water (*Blutharnen der Rinder*) from the professors of the veterinary college there, who were inclined to regard tropical red water as malarial in its nature. As in consequence of the absence of Dr. Stirling with his Excellency the Governor, I was compelled to be at the University in Adelaide in the beginning of March, the time for my investigations was necessarily limited, I should have sent in this report sooner, but that I wished to see the effect of some experiments made in our own climate. Unfortunately only one willing phthisical patient presented himself at the hospital, but before the treatment could be applied he changed his mind and declined to undergo inoculation. I have not seen, in the human being, a single case of tegumentary tuberculosis (lupus) in South Australia; but an opportunity has occurred from which conclusions of the efficacy of the lymph may possibly be drawn. A valuable monkey (Mandrill) with tuberculosis of the laryngeal pouches which has spread outwards to the skin, is now in the Zoological Gardens, and Mr. Minchin, the managing director, requested me to visit the animal. This will be, I consider, a favorable opportunity of trying inoculation after preliminary incisions have been made to facilitate the discharge of the softened and disintegrated material likely to be detached by the specific action of the remedy when applied. —

Sur la fine structure du lobe optique des oiseaux et sur l'origine réelle des nerfs optiques ¹⁾

par

S. R. y Cajal,

professeur d'histologie à l'Université de Barcelona.

(Avec pl. XXIII et XXIV.)

La structure du lobe optique des oiseaux a été l'objet de peu de travaux spéciaux. Presque tous les auteurs qui se sont occupés de l'anatomie de cet organe, se sont placés au point de vue morphologique et à celui des connexions macroscopiques, sans consacrer une grande attention à la fine structure des couches de substance grise qui le constituent.

D'un autre côté, les travaux les plus complets que nous possédons, dûs à Stieda ²⁾, Schulgin ³⁾ et Bellonci ⁴⁾, ont été exécutés au moyen de méthodes incomplètes, incapables de nous révéler l'agencement des expansions cellulaires et la marche des fibres nerveuses, depuis le moment où elles perdent leur enveloppe de myéline jusqu'à leur réelle terminaison.

Après les intéressantes recherches de M. His, qui tendent à prouver que les fibres sensibles des racines postérieures ont leurs cellules d'origine dans les ganglions rachidiens et leur terminaison libre dans

¹⁾ Ce travail est une traduction avec quelques additions de notre brochure: *Estructura del lobulo optico de las aves y origen de los nervios opticos*. Revista trimestral de Histologia etc. Nos. 3 y 4. 1 Marzo 1889.

²⁾ Stieda, Studien über das centrale Nervensystem der Vögel und Säugetiere. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. XIX. 1868.

³⁾ Schulgin, Lobi optici der Vögel. Zoologischer Anzeiger. Mai 1883.

⁴⁾ Bellonci, Ueber die centrale Endigung des Nervus opticus bei Vertebraten. Zeitschr. f. wissenschaftliche Zool. XLVII. 1888.

la moëlle, et après que nous même avons démontré l'indépendance des arborisations fournies à la substance grise par les branches ascendantes et descendantes des fibres des dites racines, il était d'une grande importance de résoudre la question de savoir si les nerfs sensoriels, nés comme les précédents de cellules ganglionnaires périphériques (corpuscles nerveux de la rétine, muqueuse olfactive etc.), se terminaient aussi dans les centres par des arborisations variqueuses et libres.

Nous avons été conduit à cette investigation par une observation faite sur la rétine des oiseaux¹⁾. Dans cette membrane, les fibres du nerf optique se terminent de deux façons: par des cellules, c'est-à-dire, se continuant avec les cylindres-axes des éléments de la couche ganglionnaire, et par des ramilles variqueuses et indépendantes situées à la rencontre des couches réticulaire interne et des grains internes²⁾. De ces deux espèces de terminaisons, seules les dernières peuvent ainsi se qualifier, car les premières ne sont point de véritables terminaisons, mais plutôt des origines de fibres dont la fin arborisée doit se trouver dans le lobe optique. Si la doctrine de l'indépendance des éléments nerveux est certaine, le lobe optique devra nous montrer, de même que la rétine, des cellules d'origine et des arborisations terminales.

Pour nous assurer du degré de vraisemblance de ces hypothèses, nous avons aussitôt appliqué la méthode de Golgi au lobe optique des oiseaux. Chez ces animaux la couche des fibres optiques entourant cet organe se montre parfaitement distincte, et les ramifications terminales sont circonscrites dans une zone périphérique de substance grise presque dépourvue de fibrilles nerveuses autochthones. En outre, les arborisations des fibres venant du nerf optique offrent des caractères tellement spéciaux qu'il est impossible de les confondre avec les ramifications des autres cylindres-axes.

¹⁾ Estructura de la retina de las aves. Revista trimestral. No. 1 y 2. Mayo y Agosto de 1888 et Sur la morphologie et les connexions des éléments de la rétine des oiseaux. Anat. Anzeiger. No. 4. 1889.

²⁾ Monakow est aussi arrivé, par des expériences d'anatomie pathologique à une conclusion analogue pour la rétine des mammifères. Voyez le travail de cet auteur: Experimentelle und pathologisch-anatomische Untersuchungen über die optischen Centren und Bahnen. Arch. f. Psych. XX. 3. 1889.

Ceux qui comme Fusari ¹⁾ et Tartuferi ²⁾ ont appliqué la méthode de Golgi au lobe optique des poissons et des mammifères, ont rencontré, à mon avis, un terrain beaucoup moins propre à la complète observation des terminaisons des fibres optiques.

Chez les batraciens et les reptiles sur lesquels mon frère ³⁾ a appliqué tout récemment le procédé de la coloration noire, les résultats obtenus sont aussi moins rigoureux et moins clairs que sur les oiseaux; mais néanmoins, ils confirment en grande partie la structure que nous avons trouvée dans le lobe optique de ces derniers, surtout en ce qui concerne le mode de terminaison des fibres sensorielles.

Méthodes d'investigation.

Les principales méthodes employées dans nos recherches ont été celle de Weigert-Pal, pour la coloration des fibres médullaires, et celle de Golgi (procédé le plus rapide) pour l'imprégnation des expansions nerveuses sans miéline.

Souvent, afin de faire mieux ressortir les noyaux et les corps cellulaires, nous avons combiné la méthode de Weigert avec la coloration au carmin d'Orth et encore avec l'emploi du carmin d'indigo qui a la propriété d'accentuer le protoplasma de quelques corpuscules nerveux avec une intensité égale et même supérieure à l'acide osmique appliqué par Bellonci.

Les oiseaux sur lesquels ont porté de préférence nos observations sont: la poule, le canard, le pigeon, le moineau et le pinson. Les meilleures imprégnations par la méthode de Golgi ont été obtenues sur les oiseaux de petite taille, dont la brièveté des distances permet le mieux de poursuivre les fibres nerveuses et d'examiner des arborisations en entier. Les embryons de poulet depuis le 10^e jour de l'incubation et au delà nous ont été également d'un grand profit. Le lobe optique chez les embryons s'imprègne avec une grande constance

¹⁾ R. Fusari, Untersuchungen über die feinere Anatomie des Gehirnes des Teleostier. Intern. Monatsschr. f. Histol. u. Physiol. 1887.

²⁾ Tartuferi, Sull'anatomia minuta delle eminenze bigemine anteriori dell'uomo, Milano. 1885.

³⁾ P. Ramon, Investigaciones de histologia comparada en los centros ópticos de los vertebrados. (Thèse du doctorat.) Madrid 1890.

par le chromate d'argent, à condition d'utiliser le procédé rapide (24 ou 36 heures de durcissement dans le mélange osmio-bichromique); il présente des détails du cours des fibres, et de la forme des cellules que vainement on chercherait à reconnaître chez les oiseaux adultes.

Nous ne donnerons pas ici de détails sur le mode d'application de la méthode de Golgi; on les trouvera dans presque la totalité de nos travaux sur le système nerveux. Nous ferons seulement remarquer que les résultats obtenus varient avec la durée du séjour dans la mélange osmio-bichromique et la température ambiante. Ainsi, par exemple: un lobe optique de moineau, après durcissement pendant 2 jours dans 25 cent. cub., du surdit mélange (20° à 25° de température), présentera surtout colorées les expansions protoplasmiques des éléments nerveux; tandis que 3 ou 4 jours seront nécessaires pour obtenir des préparations chez lesquelles les prolongations nerveuses et surtout les fibres optiques apparaissent spécialement imprégnées. Une température basse, à conditions égales, ralentit considérablement le durcissement.

Toit du lobe optique.

Nous n'avons pas l'intention de faire ici une description complète du lobe optique des oiseaux, ni de discourir sur l'homologie des diverses parties dont il se compose; on trouvera des considérations de cet ordre dans les mémoires de Schulgin et de Bellonci: notre analyse se limitera exclusivement à la structure des couches du toit optique et de certains ganglions associés à l'appareil central de la vision.

Une coupe radiale du lobe optique, montre de la périphérie au centre, un grand nombre de couches concentriques formées alternativement de cellules et de substance finement granuleuse (pl. XXIII. fig. 1).

Suivant Stieda, le nombre des couches, sans compter l'épithélium intérieur, serait de 13. — Bellonci qui à étudié surtout les gros oiseaux, en appliquant la coloration à l'acide osmique (méthode de Exner) les fixe à 11 en y comprenant l'épithélium.

En réalité, il n'est pas toujours facile de déterminer le nombre de zones de substance grise et blanche constituant le toit optique; car

elles varient un peu dans les diverses régions de l'organe, et sur les diverses espèces d'oiseaux. D'une manière générale, on peut affirmer que chez les oiseaux de grande taille les zones cellulaires sont moins distinctes que chez les petits. Ainsi par exemple, la zone cellulaire 6^e, si apparente dans le moineau, le pinson etc., se distingue à peine dans la poule. C'est par cette meilleure détermination des couches que nos descriptions s'en tiendront principalement au lobe optique des petits oiseaux, dans lequel la méthode de Weigert, associée à la coloration par le carmin, parvient à distinguer assez correctement 15 zones d'aspect différent.

Nous commencerons l'énumération et la description des couches, en allant de la superficie au centre, et nous les désignerons par simples numéros d'ordre, attendu qu'en l'état actuel de nos connaissances il n'est pas possible d'assigner à chacune une désignation née de la disposition anatomique ou des fonctions spéciales de leurs éléments.

Couche 1^e ou des fibres optiques (Couche externe de fibres nerveuses de Stieda). Celle-ci est la plus superficielle et elle se compose presque exclusivement de fibres médullaires épaisses, presque parallèles, venant directement, et en direction transversale, du chiasma des nerfs optiques. Plus on la coupe près de la bandelette optique, plus la couche des fibres nerveuses se montre épaisse. Dans les coupes antéro-postérieures verticales, les tubes nerveux apparaissent tranchés de travers; au contraire, dans celles transversales ils sont montrés au long (fig. 1 et 2, 3 et 3 a).

Les préparations exécutées par la méthode de Weigert montrent très nettement ces fibrilles à myéline. Leur épaisseur est un peu inégale oscillant entre 0,002 et 0,004 millim. Dans leur plus grande partie elles s'associent en groupes de dimensions différentes, séparés par des cellules en araignée et quelques expansions protoplasmiques des cellules nerveuses de la couche subjacente.

Pendant leur itinéraire à travers l'épaisseur de la dite zone, les fibres optiques conservent leur individualité sans s'anastomoser ni se ramifier; et après un trajet variable elles forment un coude, descendent verticalement et flexueusement, et pénétrant dans la substance grise située au-dessous, elles se terminent à de diverses étages (fig. 1 b),

moyennant une pointe enfilée et verticalement orientée. La totalité de ces tubes à myéline constitue dans la substance grise, depuis la 2^e jusqu'à la 5^e couche, un plexus lâche et à mailles irrégulières, dont la portion la plus riche est placée en dessous même de la couche des fibres optiques.

Telles sont les révélations de la méthode de Weigert-Pal qui, comme on le sait, teint exclusivement la gaine de myéline.

Il serait impossible de savoir la manière dont ces fibres se terminent, lorsqu'elles perdent la gaine médullaire, si la méthode de Golgi ne venait heureusement suppléer à l'insuffisance de celle de Weigert. Comme cela peut se voir dans la pl. XXIV. fig. 3, représentant une coupe transversale des régions superficielles du lobe optique des oiseaux, ces fibres, immédiatement après avoir perdu leur enveloppe de myéline, se terminent par une riche, variqueuse et touffue arborisation libre.

Il est à remarquer que la majeure partie des ramilles qui composent celle-ci, descendent en ligne verticale, mais avec des détours et inflexions tels qu'il y a du travail à en suivre la direction générale. Les pointes finales de chaque ramille présentent un épaississement qui fréquemment acquiert la forme d'une anse ou d'un demi-cercle. Jamais, malgré l'observation la plus assidue et l'emploi des objectifs les plus puissants, il ne nous a été donné d'observer une anastomose, soit entre les branches d'une même arborisation, soit entre celles de deux arborisations voisines. Jamais non plus nous n'avons pu découvrir le moindre signe d'union des dites branches avec les expansions des cellules siégeant dans les mêmes couches de substance grise.

Cette indépendance parfaite des ramilles des fibres optiques est un fait constant, soit chez les petits, soit chez les grands oiseaux, et qui se reconnaît avec la plus grande facilité dans toutes les préparations qui montrent bien colorées les cylindres-axes.

Dans les préparations dont l'imprégnation est très complète, les dites arborisations constituent un plexus extrêmement serré, occupant l'épaisseur de la substance grise, depuis la 2^e jusqu'à la 7^e couche. Ce plexus se présente aussi divisé en rangées ou étages qui peuvent se réduire à quatre.

Le premier ou le plus superficiel (fig. 3 b) est composé d'arbori-

sations courtes, aplaties de haut en bas, et siégeant au niveau de la couche deuxième. Le second étage est formé d'arborisations plus étendues et plus volumineuses, se réunissant au niveau des troisième et quatrième couches cellulaires (fig. 3, *c*, *c'*). Le troisième étage (fig. 3, *d*) se compose des arborisations des fibres optiques plus robustes; ces arborisations sont les plus riches et les plus allongées, cessant brusquement au niveau de la couche 6^e, après avoir rempli, avec leurs nombreuses et flexueuses ramilles, toute l'épaisseur de la couche cellulaire 5^e. Enfin, le 4^e étage est formé par des arborisations aplaties de haut en bas et placées dans l'épaisseur de la couche 7^e. Les fibres optiques qui les engendrent sont rares et d'une imprégnation un peu incertaine; elles descendent presque en ligne droite, sans émettre des collatérales et, tout à coup, arrivées à la zone mentionnée, constituent une ramification finale, très variqueuse et fort étendue (fig. 3, *e*).

Chaque étage d'arborisation correspond à une zone où abondent les cellules nerveuses, ainsi que nous aurons bientôt l'occasion de le voir. Il faut excepter l'étage 4^e (couche 7^e) au niveau duquel figurent seulement des collatérales des fibres nerveuses et nombreuses expansions protoplasmiques.

La ligne où par en bas se terminent les ramifications des fibres optiques est rigoureuse, dans les deux derniers étages; par en haut les bornes sont moins précises. En aucun cas, on ne découvre de fibre optique qui aille se ramifier en zones cellulaires plus inférieures.

Nous croyons que cette terminaison par des arborisations libres que nous venons d'exposer, constitue un fait général de structure et bien que nous n'ayons pas porté spécialement nos recherches sur les poissons, la lecture du travail de Fusari, exécuté aussi avec la méthode de Golgi, nous permet de supposer que l'auteur s'est trouvé en présence d'un fait semblable, quoique moins nettement accusé, à cause de la difficulté du sujet. M. Fusari¹⁾ affirme que les fibres de la zone 5^e du lobe optique des poissons continuées, ainsi que cela est généralement admis, avec les nerfs optiques, passent à la couche 4^e, où elles se terminent, se ramifiant à plusieurs reprises. Malheureusement cet auteur,

¹⁾ Loc. cit. p. 296 et 298.

qui avoue n'avoir jamais vu se continuer ces ramilles avec les cylindres-axes des cellules immédiates, au lieu de déduire comme conséquence de cette observation l'idée d'une terminaison libre des fibres optiques, dit plus bas que les fibres de la couche 5^e, naissent, comme sensibles qu'elles sont, d'un réseau de fibrilles situé au dessous et constitué en grande partie par les expansions nerveuses des éléments de la zone 4^e ¹⁾. Une opinion analogue est aussi adoptée par Bellonci pour le lobe optique des oiseaux.

2^o *Couche* (pl. XXIII. fig. 2, b). Cette couche est considérée par Bellonci comme une rangée de corpuscules de névrologie. En réalité elle est formée d'une ou plusieurs files de petits éléments nerveux qui apparaissent, tantôt arrondis, tantôt polyédriques sur les coupes colorées au carmin. La méthode de Golgi démontre qu'ils sont étoilés et que leurs expansions protoplasmiques sont flexueuses, courtes et très abondantes.

Le cylindre-axe se colore très rarement. Seulement quelquefois nous en avons suivi un, qui était descendante et arrivait à la couche 6^e ou un peu au delà; mais nous ignorons de quelle manière il se termine (fig. 2, b).

Couche 3^e (zone de *substance fondamentale granulée* de Stieda, *substance réticulaire* de Bellonci). Elle possède un aspect finement granuleuse à la manière des couches réticulaires de la rétine. Cette apparence est due en grande partie à ce qu'elle est constituée par la réunion et l'entrecroisement des arborisations optiques du 2^e étage. On remarque aussi par intervalles quelques éléments nerveux de petite dimension, les uns fusiformes, les autres étoilés, déjà signalés par Bellonci (fig. 2 et 4).

Les éléments fusiformes (fig. 2, c) sont étendus horizontalement sous la seconde couche; leur cylindre-axe marche sur le même plan, et peut se suivre sur une certaine extension, sans qu'on le voie re-

¹⁾ Des préparations du lobe optique des poissons et batraciens exécutées par mon frère et examinées par nous très récemment, ne laissent subsister aucun doute sur l'existence chez les dits animaux de terminaisons libres dans des fibres optiques. Nous avons aussi reconnu des ramifications analogues très étendues et variqueuses dans les corps genouillés et corpuscules quadri-jumeaux antérieurs du chat nouveau-né.

monter ou descendre vers les couches immédiates. Sur un plan plus inférieur, nous avons quelquefois aperçu d'autres corpuscules fusiformes, de plus grande taille, également horizontaux, mais pourvus d'un cylindre-axe descendant qui s'étendait au delà de la couche 8^e, sans émettre des ramilles collatérales.

Outre ces cellules fusiformes, nous avons trouvé des corpuscules nerveux étoilés, que nous représentons dans la pl. XXIV. fig. 4. Celui qui est signalé par une *d* dans la fig. 2 fournissait un cylindre-axe très fin qui se terminait en la zone 8^e par une arborisation étendue et variqueuse. D'autres cellules, comme celles *b*, *d*, fig. 4, envoyaient leur expansion nerveuse descendante constituer une arborisation terminale horizontale et très délicate dans la voisine zone 4^e.

Du reste, la couche troisième ne semble pas très bien délimitée d'avec ses voisines; ses éléments très peu nombreux d'ailleurs sont différents de forme et connexions, et ne constituent pas des rangées bien distinctes comme celles d'autres zones de substance grise.

Couche 4^e (couche 3 de Stieda). Les préparations au carmin révèlent dans cette partie une accumulation cellulaire plus ou moins bien limitée d'avec les zones contigues (fig. 1 et 2, *e*).

Parmi les éléments que nous avons pu colorer dans cette couche, figurent en premier lieu certains corpuscules étoilés, petits, munis d'un cylindre-axe descendant et susceptible d'être suivi au delà de la couche 7^e. Mais on découvre aussi de grandes cellules fusiformes, horizontales (fig. 2 *e*), d'une direction antéro-postérieure, et dont l'expansion nerveuse, en quelques cas, a été vue par nous se prolongeant au delà de la couche 9, sans fournir des ramifications. Ces éléments, par leurs dimensions et leurs propriétés, sont comparables à ceux ganglionnaires de la zone profonde N° 13.

Couche 5^e (partie de la zone 9^e de Bellonci, 4 couche finement granuleuse de Stieda). Les préparations au carmin révèlent une apparence finement moléculaire. En cette couche se terminent les fibres optiques du troisième étage. Les cellules sont très rares et jamais nous n'en avons pas vu de bien imprégnées (voyez fig. 4, *g*). Parfois, on en trouve de très grosses et horizontales.

Couche 6^e (portion de la couche 9 de Bellonci, 3^e zone des grains

de Stieda). C'est peut être la plus mince de toutes (fig. 4, *h*). Dans les endroits où elle se montre le plus distinctement, elle se compose d'une seule file de cellules fusiformes. La méthode de Golgi suffit rarement à teindre ces éléments. Chez les moineaux jeunes et les embryons du poulet nous avons quelquefois trouvé le type cellulaire figuré dans la pl. XXIV. fig. 4, *h*. Il se fait remarquer par un corps allongé, une tige protoplasmique ascendante de laquelle surgissent des collatérales horizontalement dispersées dans la partie inférieure de la 5^e zone, et un cylindre-axe descendant qui fournit des collatérales dans la 8^e zone. Le cylindre-axe d'une autre cellule représentée dans la fig. 2 ne montrait pas très clairement de ramifications nerveuses.

Couche 7 (8^e couche finement moléculaire de Stieda). D'aspect finement granuleux, étroite et bien limitée, elle manque de cellules. Elle est constituée par la dispersion des arborisations optiques du 4^e étage, et par les ramifications collatérales des expansions protoplasmiques et nerveuses provenant des corpuscules de la 10^e couche (fig. 2, *k* et 4, *i*).

Il est probable que d'autres facteurs interviennent aussi, par exemple, des ramifications de certains cylindres-axes descendant des couches superposées. En outre, quelques fibres médullaires de cours arciforme et quasi transversal (fig. 1, *d*) sillonnent parfois cette zone, ainsi que le montrent nettement les préparations exécutées par la méthode de Weigert.

Couche 8^e (couche 7^e ou 3^e des grains de Stieda, couche 8^e ou des petites cellules fusiformes de Bellonci). Elle est épaisse et renferme une multitude de petites cellules globuleuses et fusiformes. Au milieu de tous ces menus corpuscules, il en ressort quelques uns, de grand volume et d'aspect ganglionnaire, comme ceux de la couche 13^e. Le procédé de Golgi révèle très clairement les éléments de ce *stratum*. Au point de vue de leur forme et de la disposition du cylindre-axe, on peut les ranger en quatre types principaux.

Type 1^r. D'un corps ellipsoïde partent des rares et courtes expansions ascendantes et une grosse tige descendante abondamment arborisée (fig. 2, *i*). Le cylindre-axe procède de la tige de ce panache protoplasmique inférieur, il descend verticalement ensuite, fournit col-

latéralement et à des angles droits quelques ramilles, et va, enfin, se perdre parmi les grosses fibres des zones 12° et 13°.

Type 2°. Il est représenté par des cellules fusiformes ou globuleuses avec de rares et très délicates expansions descendantes et une ou deux longues et variqueuses ascendantes (fig. 2, *f, h*). Le prolongement nerveux émerge de la partie inférieure du corps, suivant un cours vertical, sans fournir des ramifications pendant qu'il croise parmi les éléments de la même couche, et il arrive à la zone 9°, où il se termine par une délicate et riche arborisation libre, dont les fibres en majeure partie suivent une direction horizontale. Comme ces ramilles n'ont aucune tendance à descendre et qu'elles apparaissent avec des longueurs très semblables dans toutes les coupes bien colorées, nous croyons qu'elles se terminent réellement dans la zone 9°, constituant un plexus très serré analogue à celui des couches réticulaires de la rétine.

Parmi ces éléments il y en a de fort petits et ayant un cylindre-axe descendant extrêmement court et délicat. Par exemple, celui de la cellule *g*, fig. 2, s'arborise déjà dans l'épaisseur du même *stratum* 8°.

Type 3°. Il s'agit de cellules fusiformes grosses dont le cylindre-axe descendant et presque rectiligne parvient jusqu'à la 14° zone, après avoir fourni quelques collatérales pour le plexus de la couche 8° (Fig. 4, *i, j*.) Par en haut, le corps cellulaire se prolonge en une tige protoplasmique épaisse et ascendante laquelle se bifurque promptement. Les deux branches se terminent, quelquefois, dans la 7° zone, par des arborisations variqueuses de cours horizontal, et, d'autres fois, dans le *stratum* 4°, c'est à dire, plus en haut, au moyen de ramilles protoplasmiques d'égales direction et disposition.

Type 4°. Ce sont de grandes cellules fusiformes, horizontales, d'un cylindre-axe robuste et horizontal aussi, dont nous ne sommes pas parvenu à découvrir le terme, bien que nous l'ayons suivi dans une grande étendue (fig. 4, *k*).

Couche 9° (8° couche moléculaire de Stieda; 6° couche de *substance réticulaire* de Bellonci). D'aspect finement moléculaire, comme l'ont indiqué déjà Stieda y Bellonci, elle est très pauvre en cellules nerveuses, se composant principalement par la réunion des arborisations

terminales des expansions nerveuses des cellules de la zone 8^e ainsi que par les collatérales des cylindres-axes des corpuscules du type cellulaire troisième que nous avons ci-avant décrits. Les éléments nerveux sont tantôt fusiformes, tantôt triangulaires, et très robustes, avec tous les caractères de ceux ganglionnaires de la couche 13^e. (Fig. 2, V.)

Couche 10^e (9^e couche de grains de Stieda, zone 5^e, de cellules fusiformes de Bellonci). Presque aussi épaisse que la précédente, elle se compose de petits éléments, en leur majeure partie fusiformes ou globuleux, et disposés en rangées assez régulières. La plupart ont un corps ovoïde ou sphéroïdal dont les pôles supérieurs et inférieurs se prolongent avec deux expansions protoplasmiques radiales, l'une ascendante, l'autre descendante. Très souvent le prolongement inférieur est court et comme rudimentaire; parfois il fait complètement défaut, ou bien il est représenté par deux ou trois expansions menues, frisées et divergentes. La supérieure est unique, plus épaisse, moniliforme, et elle monte verticalement à travers toutes les couches superposées jusqu'à celle des fibres du nerf optique (fig. 2, j).

Le cylindre-axe (fig. 2, z) naît, non du corps cellulaire, mais d'un point très élevé de l'expansion protoplasmique ascendante, à peu près au niveau de la couche 8^e (partie la plus inférieure de celle-ci); il s'élève ensuite en direction ascendante et rectiligne, touchant presque à l'expansion protoplasmique, et, au niveau de la zone 7^e, il fournit, sans perdre son individualité, une riche arborisation transversale, aplatie et comme frisée, s'étalant dans l'épaisseur de cette couche, sans jamais dépasser ses limites (fig. 2, k); ensuite il continue en remontant à travers les couches 6^e, 5^e, 4^e, 3^e, aborde la zone des fibres optiques et, finalement, il s'infléchit, se continuant avec les fibrilles plus fines de ce *stratum*. Quelquefois ce cylindre-axe ascendant émet quelques ramilles collatérales qui se perdent dans les couches 2^e et 3^e (fig. 2, x).

Comme nous venons de le voir, ici déjà nous rencontrons les origines cellulaires de quelques fibres optiques lesquelles, d'après nos recherches sur la rétine des oiseaux, pourraient bien être celles qui finissent dans la couche des grains internes par des arborisations libres,

courtes et fortement variqueuses. Nous ignorons si, parmi les fibres du nerf optique, il en existent d'autres d'origine centrale.

Quant à l'arborisation collatérale des dits cylindres-axes, il s'agit probablement d'un moyen de connexion avec d'autres fibres concurrentes à la zone 7^e. Souvent il arrive qu'au même plexus (fig. 2, *k*) viennent se terminer aussi d'autres ramilles collatérales, très fortement variqueuses et ondulées, partant de l'expansion protoplasmatique ascendante génératrice du cylindre-axe mentionné.

Les préparations obtenues au moyen de la méthode de Weigert, complètent les faits antérieurs, nous montrant que de la couche des fibres optiques descendent parfois des tubes médullaires droits, avec des étranglements, arrivant jusqu'à la zone 8^e et 9^e. La rareté de tels tubes, qui est en rapport avec le petit nombre des fibres ascendantes décrites, et l'analogie de la direction (toutes deux marchent en ligne droite) donnent à penser que ces deux espèces de fibres sont une même chose.

Conjointement avec le type cellulaire intéressant que nous venons de décrire, il en existe un autre moins fréquent. Il s'agit de certaines cellule séllipsoïdes, pourvues d'une expansion protoplasmique ascendante; de plusieurs autres petites plus ou moins descendantes de même nature; et d'un cylindre-axe, fin, descendant, qui naît de la partie inférieure du corps cellulaire, se prolongeant, après avoir donné quelques ramifications collatérales, jusqu'à la zone des fibres médullaires profondes ou 14^e couche (fig. 2, *n*).

Une autre espèce cellulaire plus curieuse se trouve, bien que peu fréquemment, dans cette zone ou dans celle d'au-dessous. Il s'agit de grandes cellules ganglionnaires comme celles de la 14^e couche, de forme triangulaire, avec de nombreuses et fort longues expansions protoplasmiques ascendantes et divergentes (fig. 2, *o*). Le cylindre-axe est épais et descendant et il arrive à se continuer avec une fibre de la couche 14^e. Mais ce qui fait la singularité de ces cellules, c'est que les grosses expansions protoplasmiques émettent par intervalles de très fines ramifications, qui par leur aspect variqueux, leur délicatesse et leur façon de s'arboriser, ressemblent complètement à des collatérales des cylindres-axes. On dirait (et nous inclinons à l'estimer

ainsi) qu'il s'agit de cylindres-axes surnuméraires ou accessoires (fig. 4, o). Chaque expansion protoplasmique en peut fournir trois ou un plus grand nombre, dont l'arborisation finale, très embrouillée et variqueuse, se perd entre les éléments des couches immédiates.

Couche 11^e (*couche moléculaire* ou 10^e de Stieda). Cette zone possède un aspect finement granuleux, surtout dans la portion la plus supérieure, mais elle contient aussi des éléments nerveux fusiformes d'une taille relativement considérable (fig. 1, k). Dans les coupes colorées au carmin, les corps de ces éléments ressortent clairs sur un fond légèrement teinté et granuleux. La méthode de Weigert-Pal montre ces éléments séparés, mais étroitement bordés longitudinalement par de nombreuses fibres à myéline de cours descendant (fig. 1).

Mais l'étude complète de ces éléments peut seulement se réaliser au moyen de la méthode de Golgi. Dans les imprégnations réussies ils se présentent comme des corps fusiformes, gros, parallèlement disposés et pourvus de deux expansions protoplasmiques pôlaires et si longues que la supérieure arrive jusqu'à la couche des fibres optiques, et l'inférieure jusqu'à celle des fibres médullaires de la couche 14^e.

Ce qui il y a de plus intéressant à noter au sujet de ces corpuscules, c'est l'origine et la direction des cylindre-axes. Dans nos premiers essais d'imprégnation, nous le cherchions naturellement dans le corps de la cellule, jusqu'à ce qu'à la suite de nombreuses recherches infructueuses, nous vîmes, non sans surprise, qu'il procédait du haut de l'expansion protoplasmique ascendante (fig. 2, m, t). Une fois né, il se double brusquement, descend parallèlement à la tige protoplasmique dont il procède, et s'en va jusqu'à la zone 14^e, se continuant avec une fibre à myéline. Pendant son trajet, il projette, presque à angle droit, une multitude de ramilles collatérales qui s'entrelacent avec leurs homologues, mais sans jamais s'anastomoser; à l'approche de leur terminaison elles acquièrent une grande finesse et un aspect très variqueux.

Couche 12^e. Au-dessous de la zone de grandes fusiformes, il se trouve un espace riche en fibres médullaires dont les éléments, très variés de volume et peu abondants, n'ont jamais pû être imprégnés par nous d'une manière complète. Certaines fois, par la méthode du chromate d'argent nous avons réussi à colorer des corpuscules fusiformes;

mais n'ayant jamais pû arriver à bien suivre leurs expansions nerveuses, nous ignorons quelle en est la nature.

Couche 13^e. (11^e couche ou des *cellules nerveuses fusiformes* etc. de Stieda, *couche 3^e* ou des *cellules multipolaires* de Bellonci). C'est l'une des plus épaisses du toit optique. Les préparations au carmin associé à la coloration de Weigert-Pal permettent déjà d'observer, qu'elle se trouve essentiellement composée de cellules très grosses (de 30 à 40 μ), de forme étoilée ou triangulaire, et renfermant un noyau vésiculeux et large, muni d'un nucléole très apparent. En outre les mêmes préparations démontrent que ces éléments ne sont pas de même nature; les uns se teignent intensivement par le carmin et par l'acide osmique; les autres résistent à ces réactifs. Cette particularité a été notée déjà par Bellonci, qui travaillait de préférence avec la méthode de l'acide osmique (fig. 1, l).

Le procédé de Golgi nous révèle dans cette couche de grandes cellules nerveuses, comparables à celles de la couche profonde des circonvolutions du cerveau des mammifères, sans orientation déterminée et pourvues de trois ou quatre grosses expansions protoplasmiques, surgissant de la partie supérieure du corps cellulaire et rayonnant dans tous les sens, mais principalement vers le haut. L'aspect fortement variqueux, l'absence de ramifications collatérales fines et leur extraordinaire longueur, font parfaitement reconnaître ces appendices, qui se montrent souvent colorés isolément dans les préparations.

Le cylindre-axe naît ordinairement de la partie inférieure du corps cellulaire, il se coude doucement et constitue bientôt après un cours descendant ou oblique, une des fibres médullaires horizontales de la couche subjacente. Il est à remarquer que ces expansions nerveuses ne fournissent aucun rameau collatéral, étant en tout comparables à celles des cellules de la couche ganglionnaire de la rétine. De là le nom de zone ganglionnaire sous lequel nous designons la dite couche 13^e.

La coloration par l'hématoxyline de Weigert-Pal montre ce *stratum* traversé verticalement d'une multitude de tubes à myéline gros et parallèles. Dans certains parages on les voit associés en faisceaux qui se dispersent dans la couche subjacente (fig. 1, m).

Couche 14^e, (*couche 2^e* ou des *fibres médullaires* de Bellonci,

12^e couche de Stieda). Cette zone est fort épaisse, surtout vers la partie antéro-externe du toit optique. Elle est formée d'une multitude de fibres médullaires de calibres variés, dirigées, dans leur plus grande partie, dans un sens transversal. Ainsi, tandis que les coupes antéro-postérieures montrent la plupart de ces fibres coupées en travers, dans les transversales on les remarque sectionnées en long.

A cette zone fibrillaire viennent se joindre presque tous les cylindres-axes descendant des couches du toit optique. Cela s'observe de même, tant sur les préparations colorées au chromate d'argent, que sur celles imprégnées par l'hématoxyline de Weigert-Pal (fig. 1, *o* et 8, *h*).

Les bonnes imprégnations de ces fibres par la méthode de Golgi (chose qui seulement s'obtient constamment chez les embryons de poulet du 12^e au 18^e jour) révèlent quelques collatérales fines, naissant à angles droits et ayant un cours ascendant, pour aller se perdre dans les couches superposées. Il est à remarquer en outre que certains cylindres-axes, provenant des corpuscules ganglionnaires grands, se divisent en **T** ou en **V** une fois arrivés à la zone 14^e, les deux branches nerveuses marchant en direction opposée. Cela confirme la généralité des dispositions trouvées dans la substance blanche de la moëlle épinière. (Voyez fig. 8, *k*, *a*).

Outre les fibres décrites, qui peuvent se considérer comme la réunion de tous les cylindres-axes longs des éléments des couches optiques, nous avons vu plusieurs fois d'autres fibres qui, venant de la zone 14^e, montaient en se ramifiant envers les zones moyennes du toit optique, y donnant lieu à une arborisation lâche d'énorme extension (fig. 4, *s*, *t*). La tige d'origine est extrêmement grosse, et jamais ne se continue avec les cellules nerveuses du lobe optique; ses ramilles les plus fines se terminent par des arborisations variqueuses autour des cellules des zones 6, 8 et 9^e.

Nous avons trouvé aussi des fibres ascendantes plus fines que ces dernières, et terminées par des ramifications péricellulaires dans les gros éléments de la zone 8^e; cependant la brièveté du cours où il est permis de suivre la tige d'origine ne nous autorise pas à nous prononcer sur la nature de ces fibrilles.

De toutes façons nous croyons que dans le lobe optique des oiseaux,

de même que dans le cervelet, existent également des arborisations terminales de tubes nerveux, provenant de cellules placées dans autres organes centraux de l'encéphale.

Couche 15^e. Elle est d'aspect finement granuleux, et ne possède pas d'affinité pour le carmin ni pour l'hématoxyline; elle n'est croisée par aucune fibre nerveuse, et renferme dans son sein quelques petits noyaux enveloppés d'une mince couche protoplasmique (fig. 1, *n*).

Dans la zone d'union entre la couche 15^e et celle précédente, se rencontrent, en certains points, des cellules nerveuses semblables à celles de la couche 13^e. La méthode de Golgi nous a permis de suivre les expansions nerveuses protoplasmiques, lesquelles sont divergentes, pénétrant dans la couche des fibres médullaires (fig. 2, *r*). Le cylindre-axe nous a semblé s'engager entre les dites fibres, se prolongeant avec un tube à myéline.

Dans la partie la plus interne de la couche 15^e se trouve le revêtement épithélial du ventricule. Les cellules dont il est formé ne se colorent pas par le chromate d'argent dans les animaux adultes; nous verrons plus avant qu'elles s'imprègnent très bien chez les embryons.

Fibres médullaires. Elles ont été partiellement indiquées dans l'étude de celles des couches du toit optique; nous nous bornerons seulement à mentionner quelques détails.

Dans le toit optique des oiseaux, existent deux couches de substance blanche: *superficielle* ou des fibres optiques; *profonde* (14^e couche) ou des fibres centrales. A la première couche viennent aboutir toutes ou presque toutes les fibres flexueuses qui cheminent à travers les couches 2^e, 3^e, 4^e, 5^e et 6^e. Cela se voit bien dans la planche XXIII. fig. 1 qui représente une coupe transversale et verticale du toit optique colorée par la méthode de Weigert.

Outre les fibres arrivant, après un cours plus ou moins flexueux, à la zone première, il en existe quelques unes plus longues et droites qui, après avoir traversé les 7 premières zones, arrivent à la 8^e où elles se terminent en pointe, sans pouvoir être jamais poursuivies au delà de la 9^e. Nous avons émis plus loin la conjecture, que peut-

être elles correspondent aux cylindres-axes ascendants des cellules de la couche 10^e.

Dans la zone blanche profonde (14^e couche), se réunissent toutes ou presque toutes les fibres nerveuses comprises entre les couches 6^e et 13^e, en exceptant naturellement les ascendantes de la 10^e. Ajoutons encore quelques cylindres-axes émanés des grandes cellules fusiformes des couches plus superficielles.

Les tubes à myéline qui traversent les zones 4^e, 5^e, 6^e, 7^e, 8^e et 9^e (fig. 1, *c*) dont le cours est généralement rectiligne, exhibent de la manière la plus évidente quelques étranglements, au niveau desquels la gaine médullaire fait défaut. Bien que ces étranglements s'observent en des points distincts du parcours des fibres, on remarque qu'ils sont plus fréquents au niveau de certaines zones, par exemple, dans la 7^e et la 6^e.

Comparant les fibres révélées par la méthode de Golgi avec celles que fait ressortir celle de Weigert, on reconnaît que la myéline revêt seulement les tiges des cylindres-axes; car jamais on ne voit entre les tubes médullaires épais les riches plexus que le chromate d'argent signale dans les zones 4^e, 5^e, 7^e et 9^e, non plus que les nombreuses collatérales émanant des cylindres-axes en crosse des corpuscules fusiformes de la 11^e couche. Il est évident pour nous que les ramilles collatérales sans myéline dérivent des expansions nerveuses médullées, précisément au niveau d'un étranglement¹⁾. Ainsi se explique comment, ni dans la moëlle, ni dans le cervelet, ni dans le lobe optique, on ne rencontre jamais une dichotomie ou ramification myélinique visible, bien que quelquefois il y a bien de reconnaître que les rameaux collatéraux des cylindres-axes possèdent une gaine de cette matière²⁾.

Névroglie. Les cellules névrogliales s'imprègnent fort irrégulièrement dans le lobe optique adulte. On peut néanmoins s'assurer que cet organe renferme des cellules en araignée, qui se voient spéciale-

¹⁾ Cette opinion a été confirmée par Flechsig sur le cerveau, à l'aide d'une méthode spéciale de coloration. Ueber eine neue Färbungsmethode des centralen Nervensystems etc. Arch. f. Anat. u. Physiol. H. V u. VI. 1889.

²⁾ Kölliker a trouvé, tout récemment, dans le cervelet des ramifications myéliniques; mais le fait est très exceptionnel et très difficile à démontrer. Das Kleinhirn. Zeitschr. f. wissenschaft. Zool. XLIV. 1890.

ment dans les couches à fibres médullaires (1^e et 14) et dans le tissu filamenteux situé près de l'épendyme (couche 15).

Dans la première couche du toit optique, on remarque certaines cellules névrogliales, fortes, conoïdes, à base périphérique, qui pénètrent entre les fibres optiques, et finissent bientôt en un pinceau de filaments flexueux, descendants et divergents.

On peut aussi, bien que sans une certitude absolue, considérer comme des cellules névrogliales certains éléments, qui nous avons représentés dans la fig. 5, *f*, caractérisés spécialement par la remarquable arborisation de leur extrémité périphérique. Cette arborisation naît d'une tige robuste, souvent infléchie en angle obtus à son passage à travers les couches 13^e et 14^e; elle se compose d'un nombre considérable de ramilles ascendantes, se dichotomisant à angle aigu, et arrivant jusqu'à près de la surface du toit optique (fig. 5, *h*). Outre ces ramilles primaires, on aperçoit aussi une multitude de ramifications collatérales secondaires, très fines, variqueuses, se dirigeant en tous sens, et compliquant tellement l'arborisation que celle-ci prend l'apparence d'un plexus inextricable, dont les mailles renferment les éléments nerveux des 8 ou 9 premières couches. Quelquefois, près de la tige d'origine, sur les branches principales, ou dans la même bifurcation de celle-là se remarquent des épaississements (fig. 5, *g*) soit triangulaires, soit semicirculaires, notables pour être le point d'émergence de nombreux filaments flexueux en grand partie descendants.

Le corps cellulaire de ces singuliers corpuscules doit correspondre aux zones les plus proches de l'épithélium; mais nous devons avouer que, malgré nos essais réitérés, nous n'avons pas réussi à le teindre, pas même chez les embryons du poulet au 16^e ou 20^e jour de l'incubation, époque la plus favorable à l'imprégnation des arborisations mentionnées. Nous sommes donc tenu à demeurer dans une certaine réserve en ce qui concerne la signification de semblables ramifications.

Développement des éléments du toit optique. Sur ce point nous avons très peu de chose à dire. La méthode de Golgi nous a seulement réussi depuis le 10^e jour de l'incubation, époque à laquelle tous les éléments du lobe optique sont constitués. Seulement il faut remarquer que les corps des cellules nerveuses sont plus irréguliers,

et volumineux, et que les branches protoplasmiques apparaissent courtes, épaisses et grossièrement variqueuses. Les cylindres-axes se montrent de bonne heure, et plus gros que ceux des éléments adultes et offrant çà et là des épaississements arrondis.

Les préparations du lobe optique du poulet, depuis le 14^e jusqu'au 18^e jour de l'incubation, montrent très bien imprégnés tous les cylindres-axes. Ceux des corpuscules fusiformes de la couche 11^e, ainsi que ceux provenant des grands éléments de la zone 13^e, sont continués avec les fibres de la couche 14, et quelquefois on arrive à les poursuivre jusqu'au dehors du toit optique dans les ganglions immédiats.

On voit également dès le 12^e jour parfaitement formées les arborisations terminales des fibres optiques, dont l'indépendance absolue peut être constatée; seulement ces ramifications diffèrent de celles de chez les oiseaux adultes pour être moins riches en ramilles et en ce que celles-ci ont un cours moins flexueux et compliqué.

Le développement de la névroglie peut en partie être étudié dans le lobe optique des embryons de 12 à 16 jours de l'incubation. Au 12^e jour, la névroglie apparaît exclusivement représentée par des cellules épithéliales, en manière de fibres, qui, commençant en la cavité centrale, se terminent à la surface de l'organe, au moyen d'un épaississement conoïde. Dans le voisinage du ventricule la fibre radiale s'épaissit, en y donnant quelques fines ramifications variqueuses, et renfermant un noyau allongé (fig. 5, *a*).

Au bout de 10 jours d'incubation, on remarque que beaucoup de cellules épithéliales se sont retirées vers la périphérie, abandonnant peu à peu la surface ventriculaire. A mesure que ce processus de déplacement avance, le noyau devient de plus en plus externe, jusqu'à occuper une position à peu près centrale dans l'élément névroglie (fig. 5, *d*, *e*). Dans les derniers jours de l'incubation ce mouvement de retrait se généralise, et il arrive que les éléments radiaux fortement raccourcis et hérissés d'expansions courtes et grossièrement variqueuses, ne se distinguent plus des cellules névroglieques en araignées. Cependant leur orientation radiale et leur indépendance des vaisseaux rappellent toujours leur origine épithéliale.

C'est par ce procédé que sont produits la plupart des corpuscules

névrogliques existant dans le lobe optique des animaux adultes. Nous ne contestons pas pour cela qu'il n'existe d'autres procédés de formation des cellules araignées; nous pensons, au contraire, qu'il est vraisemblable que là comme dans la moëlle épinière viennent se joindre aux éléments névrogliques d'origine épithéliale d'autres de provenance vasculaire ou conjonctive¹⁾. Cette double origine a été défendue récemment aussi par Lachi pour la moëlle embryonnaire du poulet²⁾.

Ganglions optiques.

Quand on examine une coupe antéro-postérieure ou transversale du lobe optique, après coloration par la méthode de Weigert (fig. 7. pl. XXIV), on aperçoit dans le centre de cet organe quatre accumulations de substance grise parfaitement reconnaissables et entourées de fibres médullaires. Trois d'entre elles sont inférieures, semilunaires avec la concavité en dedans et placées en plan presque horizontal, pouvant se diviser en *externe*, *moyenne* et *interne*. La quatrième est beaucoup plus grosse siégeant immédiatement au dessous de la cavité ventriculaire, au dessus des trois ganglions inférieurs dont elle est séparée par une grosse bande de substance blanche (fig. 7, *f*).

Ganglion externe (fig. 7, *c*). Cet amas de substance grise correspond probablement au *noyau externe* de la portion pédunculaire de Stieda, et peut être aussi à une partie du corps appelé par Schulgin *corpus opticum externum*, représentant suivant cet auteur le corps genouillé externe des mammifères.

Il est de forme semilunaire et très allongé d'avant en arrière, siégeant immédiatement au dedans de la couche des tubes médullaires profonds. Comme l'a déjà indiqué Schulgin, ce ganglion renferme les cellules multipolaires les plus grandes du lobe optique; elles se teignent en brun par l'acide osmique et attirent vivement le carmin et l'indigo. Rarement on arrive à les colorer par le chromate d'argent, ce qui ne nous a pas permis de déterminer la marche de leurs cylindres-axes.

En revanche, on distingue très nettement, particulièrement dans

¹⁾ S. R. y Cajal, Contribucion al estudio de la médula espinal. Rev. trim. de Histol. Mars, 1889.

²⁾ P. Lachi. Contributo alla Istogenesi della Neuroglia etc. Pisa. 1890.

les embryons du poulet depuis le 14^e jour de l'incubation, que le dit ganglion est croisé par de petits faisceaux de fibres nerveuses provenant des grandes cellules ganglionnaires du toit optique (fig. 8, *g, c*). Aucune fibre de celle-ci ne se termine dans le ganglion; elles continuent leur marche, arrivant à l'amas immédiat de substance grise, où elles se terminent par une très riche arborisation d'aspect variqueux, et dont les fines ramilles constituent un plexus fort serré et placé entre les corpuscules nerveux.

Le ganglion externe reçoit seulement un grand nombre de collatérales très fines, sortant, en des angles variés, des tubes qui le traversent, et finissant par des arborisations libres placées autour des grandes cellules ganglionnaires (fig. 8, *c*). En outre, lui fournissent aussi des collatérales d'autres fibres placées extérieurement au ganglion, et allant à celui située en dedans.

Ganglion moyen. Ce centre gris correspond très probablement au groupe moyen de cellules fusiformes de la *pars peduncularis* de Stieda. Il est beaucoup plus grand que le précédent et également allongé et semilunaire. Les coupes transversales et verticales le montrent ovoïde, et séparé du ganglion externe par une bande des fibres nerveuses médullaires (fig. 7. pl. XXIV).

Les cellules de ce ganglion sont très nombreuses et plus petites que celles du précédent, de forme étoilée et colorables au carmin et à l'acide osmique. Quant à leurs cylindres-axes, nous les avons quelquefois suivis jusqu'à la substance blanche immédiate, mais nous ne connaissons pas leur terminaison.

Au ganglion moyen viennent se terminer la majeure partie des fibres de la 14^e couche du toit optique. Cette terminaison s'opère par de très belles arborisations variqueuses, extraordinairement compliquées (fig. 8, *d*). Plusieurs de ces fibres terminales ont auparavant passé par le ganglion externe, ayant pénétré dans le territoire du ganglion moyen par sa partie externe; mais il y a aussi d'autres fibres qui entrent, soit par le haut, soit en dessous, provenant directement de la 14^e couche du toit optique (fig. 8).

Ganglion interne. Il correspond probablement au groupe interne de cellules ganglionnaires de la *pars peduncularis* de Stieda. C'est

le plus petit de tous (fig. 7 et 8 *e*); il est de forme allongée et se compose de menus corpuscules nerveux de la variété claire ou incolore par le carmin et l'acide osmique. Ce ganglion reçoit une grande partie des fibres provenant de la couche 14^e n'ayant pas pénétré dans les ganglions externe et moyen. La terminaison des fibres a lieu entre les cellules nerveuses de l'amas ganglionnaire, au moyen d'arborisations libres et d'aspect granuleux.

Ganglion supérieur. (*Corpus opticum internum* de Schulgin? *substance grise* du plancher du ventricule de Stieda). Il constitue une masse considérable, étendue transversalement au dessous de la cavité ventriculaire (fig. 7 et 8, *f*) et formée par de nombreux petits éléments dont les uns sont colorables par l'acide osmique, et les autres ne le sont pas. Ils sont, en grande partie, étoilés avec expansions protoplasmiques très longues (fig. 8, *i*) et flexueuses; le cylindre-axe, que nous avons pu suivre jusqu'à la grande bande des fibres médullaires placée dans le voisinage (fig. 8, *m*), semble prendre un cours descendant sans être en relation avec les éléments du toit optique.

Substance blanche interganglionnaire. Les coupes transversales montrent bien, quand on applique le procédé de coloration de Exner ou celui de Weigert, la direction de la majeure partie des fibres médullaires du lobe optique (fig. 7. pl. XXIV). On remarque facilement que presque toutes les fibres de la 14^e couche se condensent dans la région externe du lobe, en un endroit de section triangulaire placé au dessous du ventricule et au dessus et en dehors du ganglion externe (fig. 7, *h*): sur ce point s'entrecroisent les fibres médullaires pour changer de cours; ainsi beaucoup de celles qui proviennent de la partie supérieure de l'écorce passent à la grande bande blanche horizontale (limite entre le ganglion supérieur et les inférieures), s'entrecroisant avec celles provenant de la partie inférieure du toit optique.

La cloison horizontale de substance blanche (fig. 7, *j*) contient une bonne portion des fibres de la couche 14^e, qui n'ont point fini dans les ganglions. Ces fibres vont presque toutes vers les zones centrales du lobe optique, suivant une direction horizontale; puis elles prennent un cours irrégulier et en grande partie antéro-postérieure. Leur issue ultérieure ne nous est pas connue; peut-être vont elles au

corpus geniculatum thalamicum de Bellonci. En tout cas leur cours est profond et il ne donne jamais lieu à supposer, malgré l'opinion de Stieda et Schulgin, qu'elles se dirigent sur le chiasma pour former le nerf optique.

La méthode de Golgi prouve que chez les embryons, quelques unes des fibres pénétrant dans la grande cloison transversale de substance blanche, ainsi que celles qui se dirigent vers les ganglions inférieures, sont des branches de bifurcation de tubes divisés en **T** ou en **Y**, dont le bras opposé se dirige, avec les fibres de la zone 14, vers la partie supérieure et interne du toit optique (fig. 8, *a*, *k*). C'est à dire que là, comme dans la moëlle épinière, il y a des expansions nerveuses qui, arrivant à la substance blanche, forment deux ou un plus grand nombre de tubes médullaires, se terminant dans des parties très lointaines.

Ganglion du toit optique. Dans la partie interne et antérieure du toit optique, et comme son appendice, est situé un amas ovoïde de substance grise bien délimité des régions immédiates (fig. 6 *e*, pl. XXIV). En dehors le recouvrent les fibres optiques, et au dedans il est limité par une bande de substance blanche de cours vertical entremêlée de grosses cellules multipolaires.

Ce ganglion contient de nombreuses fibres et des cellules nerveuses. Les cellules les plus inférieures possèdent une arborisation protoplasmique ascendante, et un cylindre-axe descendant qui se perd dans les régions limitrophes. Les cellules moyennes et inférieures s'imprègnent difficilement; quelquefois, il nous a semblé remarquer en elles un cylindre-axe ascendant avec des ramifications, mais nous ignorons les détails de son cours et sa terminaison.

Ce qu'il y a de plus remarquable en cet amas ganglionnaire, c'est le grand nombre de fibres optiques qui s'arborisent librement en lui (fig. 6, *d*). Les arborisations en sont longues, variqueuses, extrêmement compliquées, et laissent des cavités pour les cellules nerveuses. Enfin elles se comportent de la même manière que les ramifications optiques dans les premières couches du toit optique, sauf qu'elles ont une longueur plus considérable.

Les régions immédiates du toit optique possèdent la structure

normale que déjà nous connaissons; seulement nous ajouterons que dans ces parages on voit quelques fibres optiques descendantes très longues, arrivant jusqu'à la couche 10° ou plus bas, et ressemblant à des cylindres-axes de cellules placées dans ces territoires. Au passage de ces cylindres-axes par la zone 3° ou 4° ils y émettent quelques collatérales (fig. 6, b).

Conclusions générales.

1° La plus grande partie des fibres du nerf optique se termine dans le lobe optique des oiseaux par des arborisations compliquées étendues et parfaitement libres.

2° Le nerf optique contient, en outre, des cylindres-axes émanés de cellules du toit optique; ces fibres sont très probablement celles qui se terminent en la rétine par des arborisations libres.

3° Dans la substance grise du toit optique existent de nombreuses cellules nerveuses fusiformes, dont les expansions protoplasmiques externes entrent en contact avec les arborisations libres des fibres venant de la rétine.

4° Ces cellules sont de deux classes: 1° fusiformes ou globuleuses avec un cylindre-axe court, c'est à dire terminé à peu d'intervalle par des arborisations indépendantes (*cellules sensibles* de Golgi); 2° fusiformes ou triangulaires avec un cylindre-axe long, c'est à dire arborisé en dehors des frontières du toit optique (*cellules motrices* de Golgi). Moyennant le cylindre-axe des premières, l'impression visuelle peut se transmettre à des cellules plus profondes du lobe optique; et à la faveur de celui des secondes cette impression se communique directement aux ganglions optiques ou à des centres plus lointains de l'encephale.

5° Les organes associés pour la fonction optique à savoir: la rétine, le toit optique, les ganglions optiques etc. sont des stations d'embranchement ou des points d'articulation de cellules nerveuses.

Ces articulations ou contacts au niveau desquels se transmet le mouvement nerveux d'une cellule à l'autre sont, à partir des cônes et bâtonnets, les suivants:

A. Contact entre les ramifications inférieures des cônes et bâtonnets et les panaches externes des cellules bipolaires de la rétine.

B. Contact entre les touffes inférieures des bipolaires et les arborisations protoplasmiques des cellules ganglionnaires de la rétine.

C. Contact entre les arborisations des fibres optiques (cylindres-axes des éléments ganglionnaires de la rétine) et les bouts protoplasmiques externes des cellules fusiformes du lobe optique. De là le mouvement peut se transmettre par voie directe ou voie indirecte, c'est à dire, par les cylindres-axes longs à des centres éloignés, ou par les cylindres-axes courts à des zones profondes du toit optique lui-même.

D. Contact entre les cylindres-axes longs sortant du toit optique, et les cellules étoilées des trois ganglions optiques externe, moyen et interne. De ce point naît un nouveau courant dont la terminaison nous est inconnue.

Il existe aussi, une portion de cylindres-axes longs, nés des grandes cellules du toit optique qui ne se terminent pas dans les ganglions cités plus haut, mais qui paraissent aller à des centres plus profonds de l'encéphale. En aucun cas nous n'avons pû nous convaincre de l'entrée de ces fibres profondes du toit optique dans la bandelette optique, ainsi que l'assure Schulgin et que paraît l'admettre Stieda, trompés tous deux sans doute, par le cours en partie transversal et par l'approximation à la dite bandelette de quelques faisceaux des fibres mentionnées. Cette continuation avec le nerf optique est aussi rejetée par Bellonci.

6° Les voies conductrices ci avant citées sont des chemins *sui-
vant le rayon* des organes nerveux, c'est à dire, des voies vers l'intérieur, mais il est nécessaire d'admettre de nombreuses voies secondaires d'association *sui-
vant l'arc*, tant en la rétine qu'au toit optique. Cette association pour un même travail, d'éléments qui siègent en une ou en quelques couches voisines, a lieu au moyen des contacts réciproques des branches protoplasmiques latérales des cellules, ainsi que de ceux établis entre les fibrilles collatérales provenant de cylindres-axes rapprochés.

7° Peut-être remplissent-elles aussi un rôle d'association *sui-
vant*

l'arc, les grandes cellules horizontales dont le cylindre-axe marche dans la direction des couches du toit optique.

8° Dans le toit optique se terminent des fibres nerveuses dont l'origine cellulaire réside dans d'autres organes nerveux centraux.

9° Les fibres de la substance blanche du toit optique envoient, bien que rarement, des filaments collatéraux qui montrent dans la substance grise; on rencontre aussi des tubes divisés en **T** ou **Y**.

10° Les connexions montrées par les cellules du toit et des ganglions optiques confirment une fois de plus l'opinion que les corps cellulaires et les expansions protoplasmiques peuvent servir aussi à la transmission des actions nerveuses.

11° En générale, la communication nerveuse se fait entre les arborisations des cylindres-axes et les ramifications protoplasmiques. C'est par ce fait que là où se terminent ou se ramifient des fibres nerveuses dépourvues de myéline, on trouve constamment un grand nombre d'expansions protoplasmiques (première couche du cerveau, couches moléculaires de la rétine, glomerules du bulbe olfactif etc.)

12° L'impression transmise par une fibre optique (d'origine rétinienne) se communique à un grand nombre d'éléments du lobe optique. Il y a pourtant diffusion du mouvement nerveux apporté de la périphérie, circonstance déjà mentionnée par Golgi par rapport aux centres olfactifs des mammifères.

13° Les fibres nerveuses qui se terminent en la rétine par des arborisations libres pourraient représenter des conducteurs sensitifs destinés à transmettre à l'encéphale l'intensité de la lumière et à la régulariser au moyen des contractions réflexes des muscles de l'iris.

Nous ne dirons rien des relations qui doivent exister entre les cellules du toit optique et les fibres d'origine centrale. Aujourd'hui cela serait prématuré et pourrait donner bien à de graves erreurs. Notre ignorance sur le mécanisme de la transmission nerveuse est telle que même nous ne sommes pas en mesure de déterminer par les caractères anatomiques d'une cellule le sens du courant qui la traverse. Peut-être pourra-t-on appliquer aux cellules des centres la doctrine de la conductibilité indifférente établie pour les tubes nerveux périphériques.

Nous n'avons pas besoin de faire remarquer que les propositions physiologiques ci-dessus exposées sont de simples hypothèses dérivées de prémisses anatomiques. Toutefois elles sont la conséquence naturelle de tous nos travaux sur la structure du système nerveux des oiseaux et mammifères.

10 Avril 1891.

Explication des pl. XXIII et XXIV.

Les figures ont été dessinées à la chambre claire de Zeiss et avec les objectifs C et D de ce fabricant. Pour la fig. 7 nous avons employé un grossissement plus faible (objectif A. Zeiss).

Les figures 2^e, 3^e, 4^e et 5^e, ont été composées en réunissant les éléments plus communs et caractéristiques épars en plusieurs coupes d'une même zone du toit optique. Cependant il y a des figures comme celle 3^e où presque toutes les fibres dessinées siégeaient dans le même endroit d'une seule coupe.

La méthode d'imprégnation dont nous avons fait usage a été celle de Golgi la plus rapide (action de la mélange osmio-bichromique, puis nitrate d'argent) pour les préparations représentées sur les fig. 2^e, 3^e, 4^e, 5^e, 6^e et 8^e. Les fig. 1^e et 7^e, correspondent à des préparations colorées par la méthode de Weigert-Pal, après l'entourage de celloidine: Pour renfoncer l'imprégnation, les coupes furent soumises, avant l'action de l'hématoxyline, à celle d'un bain composé d'eau, 100; sulfate de cuivre 2; bichromate potassique 3; acide chromique 0,50.

Pl. XXIII.

Fig. 1. Coupe antéro-postérieure du lobe optique d'un moineau. Méthode de Weigert et carmin. Les numeros d'ordre indiquent ceux des couches du toit optique, à partir de l'extérieur. *a* fibres optiques coupées en travers; *b* fibres optiques enveloppées en une gaine de myéline se terminant brusquement dans la couche 3^e; *b'* une autre se terminant dans la zone 5^e; *d* fibres horizontales placées au niveau de la couche 7^e; *c* fibres médullaires verticales montrant des interruptions de la myéline; *k* cellules fusiformes grosses de la couche 11^e; *l* cellules étoilées très robustes de la couche 13^e; *m* faisceaux radiaux de tubes médullaires; *o* couche des fibres profondes; *n* noyaux de la substance granuleuse de la couche 15^e.

Fig. 2. Coupe antéro-postérieure du lobe optique du moineau. Méthode de Golgi. Cette figure montre les cellules qui le chromate d'argent révèle dans les zones du toit optique dessinées dans la 1^e. On a conservé de propos, un parfait parallélisme dans les couches des deux figures. *a* fibres optiques coupées en travers; *b* élément étoilé de la 2^e couche; *c* corpuscule fusiforme de la 3^e couche; *d* cellule dont le cylindre-axe se terminait par

une arborisation variqueuse dans la zone 8^e; *e* cellule horizontale à grande taille de la couche 4^e; *f* cellule globuleuse de la zone 8^e; *g* une autre plus petite; *h* une autre semblable; *i* cellule à cylindre-axe descendant de la couche 8^e; *j* cellule dont le cylindre-axe était ascendant, arrivant jusqu'à la couche des fibres optiques; *k* arborisation collatérale, dans la zone 7^e, des expansions nerveuses de ces dernières cellules; *m* grandes cellules fusiformes avec leur cylindres-axes en forme de crosse; *n* cellule pyramidale à cylindre-axe descendant; *o* cellule triangulaire de grand taille siegeant dans la couche 10^e; *p* élément de la couche 12^e; *q* grandes cellules ganglionnaires de la zone 13; *r* cellules ganglionnaires un peu plus petites de la limite inférieure de la couche des fibres médullaires; *s* fibres nerveuses de la couche profonde ou de substance blanche.

Pl. XXIV.

Fig. 3. Coupe transversale et parallèle à la bandelette optique d'un lobe optique de moineau. Le morceau de la coupe comprend seulement depuis la surface jusqu'à la couche 7^e. *a* fibres optiques; *b* arborisation du premier étage; *c* arborisation optique du 2^e étage; *d* arborisations optiques plus longues du 3^e étage; *e* arborisation très aplatie du 4^e étage. Les Nos. 6 et 7, indiquent les couches du même nom du toit optique.

Fig. 4. Coupe transversale du toit optique d'un pinson. Ce figure représente seulement depuis la couche 2^e jusqu'à la 10^e, et elle comprend des éléments dont la manque d'espace a empêché de renfermer dans la fig. 2^e; *a* cellule horizontale de la couche 2^e; *b* un petit élément de la couche 3^e, dont le cylindre-axe s'arborisait dans celle 5^e; *d* un autre de même nature mais plus gros, dont le cylindre-axe *f* constituait une arborisation horizontale; *g* une cellule horizontale de la couche 5^e; *h* cellules de la couche 6^e dont le cylindre-axe descendait; *i*, *j* deux variétés de grosses cellules nerveuses de la couche 8^e dont les cylindres-axes descendaient jusqu'à la couche des fibres médullaires inférieures; *k* cellule horizontale de la zone 8^e; *r* grande cellule ganglionnaire dont les branches protoplasmiques montraient en *o* des ramifications semblables à des cylindres-axes; *s* fibre épaisse venant de la substance blanche et s'arborisant sur les diverses couches du toit optique; *t* branches de cette fibre.

Fig. 5. Coupe du toit optique d'un embryon de poulet au 14^e jour de l'incubation: *a* cellules épithéliales longues terminées en *b* par un épaississement cône; *c* et *d* cellules épithéliales déplacées; *e* cellule plus déplacée encore, de figure en fuseau, avec des prolongements variqueux; *f* branches terminales d'une autre espèce de cellules épithéliales, dont l'arborisation *h*, atteint une énorme étendue; *g* grossissements des branches d'où partent plusieurs filaments très délicats; *i* cellule névroglie plus différenciée.

Fig. 6. Région interne et antérieure du toit optique. *a* fibres optiques terminées en *d* par des arborisations allongées; *b* fibres optiques descendantes non ramifiées; *e* cellules du ganglion du toit optique; *f* et *g* autres éléments dont le cylindre-axe semblait monter et se rapprocher des fibres optiques.

Fig. 7. Coupe transversale et verticale du lobe optique du moineau. Coloration de Weigert-Pal. *a* couche des fibres optiques; *b* zones concentriques de

substance grise; *c* ganglion externe; *d* ganglion moyen; *e* ganglion interne; *f* ganglion supérieur; *g* ventricule; *h* cloison transversale et horizontale de substance blanche; *j* portion de cette cloison où les fibres se dispersent en éventail; *k* région supérieure du toit optique.

- Fig. 8. Coupe du lobe optique d'un embryon de poulet au 18^e jour de l'incubation. Cette section comprend la région des ganglions de la fig. 7^e, mais après coloration par la méthode de Golgi. *a* fibre descendante de la couche 14^e, se divisant en deux branches, l'une descendante continuée avec un tube de la cloison *m*, et une autre qui marchait à la portion opposée de la zone 14^e du toit optique; *b* autre fibre descendante qui n'allait pas aux ganglions et donnait quelques collatérales ascendantes; *c* collatérales terminées dans le ganglion externe; *d* arborisations terminales dans le ganglion moyen de quelques fibres de la 14^e couche; *e* arborisations d'un groupe de ces mêmes fibres dans le ganglion interne; *f* cellules du ganglion supérieur; *g* fibre allant aux ganglions; *i* cellule du ganglion supérieur dont le cylindre-axe arrivait à la substance blanche; *j* cellule fusiforme siégeant dans cette substance.



Die Abweichungen der Arteria obturatoria nebst Erklärung ihres Entstehens

von

S. Jastschinski,

Prosector der Kaiserlichen Warschauer Universität.

(Hierzu Taf. XXV.)

Keine Arterie des menschlichen Körpers ist bei den praktischen Aerzten so populär und besitzt eine verhältnismässig so umfangreiche Litteratur, wie die A. obturatoria. Fast in jedem Handbuche der beschreibenden und topographischen Anatomie, operativen und klinischen Chirurgie wird derselben mehr Platz eingeräumt, als vielen anderen; ausserdem ist sie zu wiederholten Malen Gegenstand specieller Untersuchungen gewesen. Es dürfte daher scheinen, dass die Frage in betreff der A. obturatoria bereits erschöpft sei. In Wirklichkeit jedoch finden wir in der Litteratur nur unvollständige statistische Angaben, welche sich mehr oder weniger auf die Häufigkeit der Abweichungen dieser Arterie beziehen; was aber ihre topographischen Beziehungen und die näheren Ursachen ihrer Abweichungen betrifft, so sind die bezüglichen litterarischen Angaben äusserst verschieden lautend, oder unvollständig.

Vorliegende Arbeit ist das Resultat meines Bestrebens, diese wesentliche Lücke auszufüllen.

I.

Uebersicht der Litteratur der Frage über die Abweichungen der
A. obturatoria.

Haller¹⁾ beobachtete zuerst neun Fälle von Abweichungen der A. obturatoria; er sagt: „Non tamen perpetuum est eam arteriam a pelvis truncis nasci, eam novies ex epigastrica ortam.“ Murray²⁾ und Portal³⁾ beschreiben schon verschiedene Arten der Abweichung dieser Arterie und zwar Fälle, in denen dieselbe aus der A. iliaca externa, cruralis, epigastrica inferior hervorgeht und gleichzeitiges Bestehen von Abweichung und Norm auf ein und derselben Seite. Der A. obturatoria wurde jedoch von Anatomen und Chirurgen besondere Aufmerksamkeit erst seit dem Jahre 1805 zu Teil, als Monro⁴⁾, Cooper⁵⁾, Berclay⁶⁾ und Andere ihre Beobachtungen von Fällen veröffentlichten, in welchen die abnorme Arterie an der inneren Peripherie von Schenkelbrüchen in der Nähe des freien Randes des Lig. Gimbernati ihren Ursprung nahm.

Da zu der Zeit einerseits bei eingeklemmten Schenkelbrüchen fast allgemein das Lig. Gimbernati tief incidiert wurde und andererseits schon Fälle von Verblutungen bei dieser Operation bekannt geworden (Wardrop⁷⁾, Burns⁸⁾, so klärten die genannten Beobachtungen von Monro u. A. die nähere Ursache dieser Blutungen auf, d. h. es wurde ein Causalverhältnis zwischen letzteren und den Abweichungen der A. obturatoria festgestellt. Seit der Zeit werden mehr oder weniger umfangreiche statistische Untersuchungen dieser Abweichungen vorgenommen.

Der Zweck dieser Untersuchungen bestand ausschliesslich in der Bestimmung der Häufigkeit der Abweichungen.

¹⁾ Haller, Icones anatomicae. Göttingen. 1745. Tab. I. Not. 9.

²⁾ Murray, Descriptio arteriarum in tabulis redacta. 1783. p. 81.

³⁾ Portal, Cours d'anatomie medical. 1800. T. III. p. 322.

⁴⁾ Monro, Observations on crural hernia. London. 1805. p. 203.

⁵⁾ Cooper, The anatomy and surgical treatment of crural and umbilical hernia. Edinburgh medical and surgical Journal. 1807. p. 231.

⁶⁾ Berclay, Edinburgh medical and surgical Journal. 1806. T. II. p. 203.

⁷⁾ Wardrop, Edinburgh medical and surgical Journal. 1806. p. 204.

⁸⁾ Burns, Edinburgh medical and surgical Journal. 1806. p. 273.

Die litterarischen Daten bezüglich der Häufigkeit der Abweichung der A. obturatoria können nach dem Grade ihres wissenschaftlichen Wertes und ihrer praktischen Bedeutung in zwei Gruppen eingeteilt werden.

Zur ersten Gruppe gehören die Daten, deren Autoren sich auf die Angabe des Endresultates beschränken, ohne die Zahl ihrer Beobachtungen anzugeben. Ausserdem bestimmen die Autoren dieser Gruppe die Häufigkeit der Abweichungen in einer Weise, die eine zwiefache Auslegung zulässt, laut welcher der berechnete Procentsatz der Abweichungen verschiedene Grössen darstellt. So sagt z. B. Burns, dass die Abweichung der A. obturatoria in zwei Fällen ein Mal vorkommt (1:2). Versteht man diesen Ausdruck so, dass eine Abweichung in je zwei Becken vorkommt, so ist die Häufigkeit 50 %, legen wir denselben aber so aus, dass eine Abweichung unter 4 normalen Arterien vorkommt, dann 25 %. Mit Rücksicht darauf kann die Häufigkeit der Abweichungen nach den Autoren dieser Gruppe wie folgt dargestellt werden:

Scarpa ¹⁾ —20 %	Velpeau ⁸⁾ 1:15—20 (6,6 %—5 %)
Burns ²⁾ 1:2 (50 %—25 %)	Bérard ⁹⁾ 1:5—6 (20 %—16 %
Trüstedt ³⁾ 1:2 (50 %—25 %)	—10 %—8,3 %)
Münz ⁴⁾ 4:10 (40 %—20 %)	Sappey ¹⁰⁾ 1:7 (14,2 %—7,1 %)
Monro ⁵⁾ 1:20—30 (3 %—5 %)	Dursy ¹¹⁾ 1:3 (33,3 %)
Manec ⁶⁾ 1:6 (16,6 %—8,3 %)	Luschka ¹²⁾ 1:4 (25 %—12,5 %)
Langenbeck ⁷⁾ (der Aeltere) (50 %)	

¹⁾ Scarpa, Suplement au traité des hernies. 1812. p. 81.

²⁾ Burns, Edinburgh medical and surgical Journal. 1806. p. 271.

³⁾ Trüstedt, De extens. in solv. crur. etc. 1816. Pfitzners Cit. s. unten.

⁴⁾ Münz, Handbuch der Anatomie des Menschen. Landshut. 1821. Bd. II. p. 619.

⁵⁾ Monro, Elements of anatomy. London. 1825. T. II. p. 289.

⁶⁾ Manec, Recherches anatomico-pathologiques sur la hernie crurale. Paris. 1826. p. 27.

⁷⁾ C. Langenbeck, Abhandlung von den Leisten- und Schenkelbrüchen. Göttingen. 1821.

⁸⁾ Velpeau, Nouveaux éléments de médecine opératoire. Paris. 1832. p. 222.

⁹⁾ Bérard, Citirt nach Arnold. Handbuch der Anatomie des Menschen. Freiburg. 1847. p. 530.

¹⁰⁾ Sappey, Traité d'anatomie descriptive. Paris. 1858. p. 480.

¹¹⁾ Dursy, E., Handbuch der systematischen Anatomie. Lähr. 1863. p. 256.

¹²⁾ Luschka, Die Anatomie des menschlichen Beckens. Tübingen. 1864. p. 158.

Diese höchst verschiedenen Zahlenangaben sprechen dafür, dass das Beobachtungsmaterial genannter Autoren quantitativ sehr ungleich gewesen, während die Wiederholung seitens verschiedener Autoren einer und derselben Zahl die Annahme begründet, dass ein Autor dieselbe möglicherweise dem anderen entlehnt.

Weit grössere Bedeutung haben für uns diejenigen statistischen Angaben, deren Autoren die Zahl ihrer Beobachtungen angeben und die Häufigkeit der Abweichung der A. obturatoria genau notieren. Hierher gehören die Untersuchungen von:

Cloquet ¹⁾	fand bei 500 Beobachtgn. (Halbe Becken)	152 = 30,4 %	Abweichungen
Hoffmann ²⁾	" " 400 " "	130 = 32,5 %	"
Quain ³⁾	" " 361 " "	115 = 31,4 %	"
Pfützner ⁴⁾	" " 226 " "	85 = 37,6 %	"
Hartmann ⁵⁾	" " 180 " "	34 = 19 %	"
Schlöbig ⁶⁾	" " 112 " "	34 = 21 %	"
Krusche ⁷⁾	" " 80 " "	17 = 20 %	"
Hesselbach ⁸⁾	" " 64 " "	27 = 43,3 %	"
Brechet ⁹⁾	" " 63 " "	12 = 19 %	"
Wyeth and Warwell ¹⁰⁾	" " 52 " "	18 = 34 %	"
	<hr/> 2038	<hr/> 624 = 30,6 %	

Unter 624 Abweichungen entsprang die A. obturatoria 26 mal aus der A. iliaca externa = 1,2 % (6 Fälle von Quain, 6 von Cloquet,

¹⁾ Cloquet, Recherches anatomiques sur les hernies. Paris. 1817. p. 78.

²⁾ Hoffmann, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Erlangen. 1878. 2. Aufl. p. 171.

³⁾ Quain, Anatomy of the arteries of the human body. London. 1844. p. 446.

⁴⁾ Pfützner, Ueber die Ursprungsverhältnisse der A. obturatoria. Anatomischer Anzeiger. 1889. No. 16 u. 17.

⁵⁾ Hartmann, Handbuch der Anatomie des Menschen. Strassburg. 1881. p. 363.

⁶⁾ Schlöbig, Observationes quaedam de varia arteriae obturatoriae origine et decursu. Leipzig. Dissert. Cit. nach Pfützner. Anatomischer Anzeiger. No. 16 u. 17.

⁷⁾ Krusche, Anatomische Untersuchungen über die A. obturatoria. Dissert. Dorpat. 1885. p. 19.

⁸⁾ Hesselbach, Ueber den Ursprung und Verlauf der Bauchdeckenschlagader und der Hüftbeinschlagader. Würzburg. 1819. p. 9. Pfützners Citat.

⁹⁾ Brechet, Quelques considérations et observations anatomiques et pathologiques sur la hernie fémorale. Paris. 1819.

¹⁰⁾ Wyeth and Warwell, Notes upon the surgical anatomy of the obturator artery. The medical record. 6. Oct. 1877. Ref. in dem Jahresbericht über die Leistungen und Fortschritte in der gesamten Medicin. 1877. p. 413.

5 von Hofmann, 5 von Pfitzner, 3 von Hesselbach und 1 von Schlöbig) und 598 mal aus der A. epigastrica infer. = 29%¹⁾.

Quain und Pfitzner beobachteten gleichzeitiges Bestehen von Abweichung und normaler A. obturatoria auf ein und derselben Seite, wobei meistens beide Arterien vor ihrem Eintritte in den Canalis obturatorius zu einem gemeinsamen Stämmchen vereint waren (A. obturatoria „mit zwei Wurzeln“). Quain sah eine solche Combination von normaler und abweichender Arterie 5 mal = 1,3%, Pfitzner 4 mal = 1,7%; im Ganzen 8 mal links und nur ein mal rechts.

Angaben bezüglich der Häufigkeit der Abweichungen bei verschiedenen Geschlechtern und auf verschiedenen Seiten finden wir bei Quain, Hesselbach, Schlöbig, Cloquet, Krusche und Wyeth. Dieselben werden unten bei der Zusammenstellung mit unseren Beobachtungen Berücksichtigung finden, hier wollen wir nur erwähnen, dass nach Quain, Hesselbach und Pfitzner Abweichungen der A. obturatoria häufiger links, nach Schlobig dagegen häufiger rechts vorkommen. Quain, Cloquet, Schlöbig, Krusche und Wyeth fanden Abweichungen häufiger beim weiblichen, Hesselbach und Pfitzner häufiger beim männlichen Geschlecht.

Aus dieser kurzen Uebersicht der statistischen Untersuchungen über die Abweichungen der A. obturatoria geht hervor, dass die oben genannten Autoren sich darauf beschränkten, thatsächliche Anomalien zu sammeln, ohne die Häufigkeit der gefährlichen Abweichungen zu erforschen, d. h. derjenigen Fälle, in denen die A. obturatoria an der inneren Peripherie einer Hernie verläuft. In Bezug auf diese in praktischer Beziehung sehr wichtige von Cloquet begangene Unterlassungssünde sagt Malgaigne²⁾: „Il est à regretter, que l'habile anatomiste (Cloquet), à qui nous devons ces recherches, se soit arrêté juste au point où elles auraient intéressé le chirurgien et ne nous ait

¹⁾ Linhart behauptet, er habe bei Beginn seiner Untersuchungen in den meisten Fällen von anomalem Ursprunge der A. obturatoria gesehen, dass dieselbe aus der A. femoralis entspringt. Diese Beobachtung Linharts ist in der Litteratur die einzige und zweifelsohne eine zufällige. Lehre von den Brüchen (Hernien). St. Petersburg. russ. Uebers. von Popoff. S. 71.

²⁾ Malgaigne, Traité d'anatomie chirurgicale et de chirurgie expériment. Paris. 1859. p. 302.

pas dit, dans quelle proportion se présentait l'unique anomalie dangereuse, celle où l'artère obturatrice cerne l'anneau crural, à la fois en haut et en dedans.“ Dieser Vorwurf behält auch jetzt noch seine volle Kraft.

In Bezug auf das Verhalten der anomalen A. obturatoria zum Schenkelringe und Schenkelbruch giebt es verschiedene, nicht selten einander widersprechende Ansichten. In seiner Abhandlung über Brüche sagt Scarpa ¹⁾, dass, obgleich Abweichungen der A. obturatoria sehr häufig vorkommen, dieselben nicht immer von gleicher praktischer Bedeutung sind, indem die anomale Arterie bei Weitem nicht immer an der inneren Peripherie des Schenkelringes liegt: „Je ne crois pas m'éloigner de la vérité en avançant que, sur dix individus qui présenteront cette disposition, on en trouvera à peine un chez lequel elle descendra ensuite au côté interne de l'anneau crural. Ainsi donc, sur cent malades, un seul courra les risques d'une hémorrhagie, en pratiquant l'opération suivant la méthode dont nous parlons (débridement du lig. Gimbernati).“

Diese Ansicht Scarpas fand unter den praktischen Chirurgen wenig Verbreitung; viel bekannter wurden dagegen die Untersuchungen Hesselbachs ²⁾. Letzterer wies darauf hin, dass die A. obturatoria fast in der Hälfte aller Fälle aus der A. epigastrica entspringt und dann in Folge ihres Verlaufes an der inneren Peripherie der Hernie unvermeidlich bei der Incision der Ligg. Poupartii und Gimbernati lädiert wird.

Ein solches Verhalten der A. obturatoria zum Schenkelbruch, welches seit Hesselbach die ominöse Bezeichnung „corona mortis“ erhielt, floss den Chirurgen Furcht vor der Herniotomie ein, weshalb, wie Schmidt sagt, diese Operation zum Nachteil der Patienten häufig aufgeschoben, oder ganz unterlassen wurde.

Langenbeck ³⁾ (der Aeltere) teilte Scarpas Ansichten über das Verhalten der Arterie zur Hernie. Seiner Meinung nach verläuft die A. obturatoria in einigen Fällen an der äusseren, in anderen an der inneren Peripherie des Bruches, je nach der Länge ihres mit der

¹⁾ Scarpa, l. c. p. 82.

²⁾ Hesselbach, l. c.

³⁾ Langenbeck, l. c.

A. epigastrica inferior gemeinsamen Stämmchens; ist das Stämmchen lang, so liegt die Arterie an der inneren, ist es kurz, dann an der äusseren Seite der Hernie.

Masse¹⁾, Fort²⁾, Hoffmann und Rauber³⁾, Quain-Hoffmann⁴⁾, Henle⁵⁾, Malgaigne⁶⁾, Tillaux⁷⁾, Bardeleben⁸⁾, Schmidt⁹⁾ u. A. teilen Langenbecks Ansicht, bestimmen aber, ebensowenig wie letzterer die relative Häufigkeit der Lage der Arterie an der äusseren und inneren Seite des Schenkelringes und Bruches. Arnold¹⁰⁾, Linhart¹¹⁾, Luschka¹²⁾ und Jamain¹³⁾ betrachten als Regel die Lage der Arterie an der inneren Seite des Ringes. Sappey¹⁴⁾ behauptet, dass unabhängig von der Länge des gemeinsamen Stämmchens die A. obturatoria immer am Lig. Gimbernati, d. h. an der Innenseite des Schenkelringes verläuft. Die Länge des gemeinsamen Stämmchens komme nur in der Weise zur Geltung, dass die Arterie sich bald mehr, bald weniger von der vorderen Peripherie des Schenkelringes entfernt: „S'il est court (tronc) l'obturatrice longe le bord antérieur de l'anneau crural, se contorne sur l'angle interne de cet anneau en marchant parallèlement à la base du ligament de Gimbernati. . . S'il est plus ou moins long cette artère s'éloigne au bord antérieur de l'anneau crural . . . en passant aussi sur la base du lig. de Gimbernati.“

¹⁾ Masse, *Traité pratique d'anatomie descriptive*. Paris. 1858.

²⁾ Fort, *Anatomie descriptive*. Paris. 1853. p. 485.

³⁾ Hoffmann und Rauber, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen*. Erlangen. 1886.

⁴⁾ Quain-Hoffmann, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen*. Erlangen. 1878.

⁵⁾ Henle, *Handbuch der systematischen Anatomie*. Braunschweig. 1868. Bd. III. p. 246.

⁶⁾ Malgaigne, l. c. p. 301.

⁷⁾ Tillaux, *Handbuch der praktischen Anatomie*. Russische Uebersetzung von Prof. A. Tauber. p. 667.

⁸⁾ Bardeleben, *Lehrbuch der Chirurgie und Operationslehre*. Berlin. 1861. p. 845.

⁹⁾ Schmidt, *Die Unterleibsbrüche*. St. Petersburg. 1882. Russische Uebersetzung von Jwanoff. p. 405.

¹⁰⁾ Arnold, *Handbuch der Anatomie des Menschen*. Freiburg. 1847. Bd. II.

¹¹⁾ Linhart, *Vorlesungen über die Unterleibsbrüche (Hernien)*. Würzburg. 1866. p. 80.

¹²⁾ Luschka, *Die Anatomie des menschlichen Beckens*. Tübingen. 1864. p. 158.

¹³⁾ Jamain, *Nouveau traité élémentaire d'anatomie descriptive*. Paris. 1861. p. 415.

¹⁴⁾ Sappey, *Traité d'anatomie descriptive*. Paris. 1853. T. I. p. 480.

Endlich spricht Hueter¹⁾ der A. obturatoria jegliche praktische Bedeutung ab, indem er sich eine höchst eigenartige Vorstellung von diesem Gefäße macht: „Ueber den Ramus horizontalis ossis pubis verläuft noch, entweder aus der A. femoralis selbst, oder aus der A. epigastrica nahe ihrem Ursprunge aus der A. femoralis entspringend, der Ramus anastomoticus pubicus, ein kleiner arterieller Zweig, welcher hinter dem Os pubis zum Foramen obturatorium herabsteigt und hier mit der A. obturatoria anastomosiert. Diese kleine Arterie hat deshalb eine unverdiente Würdigung in der Anatomie des Schenkelbruchs gefunden, weil sie bei einzelnen Individuen zum Stamm der A. obturatoria anwächst. Nun — so dachte man — müsste diese mächtige Arterie über den Bruchsack verlaufen und müsste dann bei dem Bruchschnitt verletzt werden; man nannte, weil man in solchen Fällen den tödtlichen Ausgang für ziemlich sicher hielt, diese arterielle Anastomose den „Todtenbogen“. Aber, soweit die Erfahrungen über den Bruchschnitt des Schenkelbruchs reichen, hat noch niemals eine solche Verblutung stattgefunden. Die Anastomose liegt an der hinteren Fläche des Bruchsackes; sie wird deshalb bei dem eigentlichen Bruchschnitt nicht verletzt.“

Hueter thut Unrecht, wenn er den Ramus pubicus mit der A. obturatoria identifiziert und stellt dieselben in einer Weise dar, die mit der Wirklichkeit und der Beschreibung anderer Autoren nicht harmoniert. Sowohl der Ramus pubicus, als auch die A. obturatoria bestehen nicht selten ganz unabhängig von einander und verlaufen nur ausnahmsweise unterhalb der Hernie und nicht, wie Hueter glaubt, beständig. Endlich stellt Hueter die Möglichkeit einer Verletzung der A. obturatoria ohne Exstirpation des Bruchsackes ganz unbegründet in Abrede. Schmidt²⁾ giebt an, dass in der Litteratur gegen 74 Fälle von gefährlichen Blutungen beim Schenkelbruchschnitt verzeichnet sind, von welchen mehr als die Hälfte die A. obturatoria, die übrigen die A. epigastrica inferior betrafen. Ich habe neun Fälle von solchen

¹⁾ Hueter, Allgemeine und specielle Chirurgie. St. Petersburg. 1884. Russische Uebersetzung von Friedberg. Bd. II. Abt. 2. p. 121.

²⁾ Schmidt, l. c. p. 311.

Blutungen sammeln können, von denen 7 lethal endeten (Wardrop¹⁾, Burns²⁾, Mursina³⁾, Jacquier⁴⁾, Pigeotte⁵⁾ und zwei Fälle von Eustche⁶⁾ und nur zwei genassen (Spiezer⁷⁾ und Boyer⁸⁾, bei welchen die Blutung durch Tamponade zum Stehen gebracht wurde. In allen diesen Fällen bestand die Operation entweder in einem tiefen Einschnitte in das Lig. Gimbernati, oder in vielfachen oberflächlichen Incissionen dieses Bandes (débridement multiple).

Gegenwärtig zweifelt im allgemeinen niemand mehr an der Möglichkeit einer Verletzung der A. obturatoria beim Bruchschnitte. Die Chirurgen sind jedoch der Meinung, dass solche Verletzungen nur ausnahmsweise vorkommen. Dieselbe ist, wie aus obigem erhellt, auf klinischen Beobachtungen, nicht aber auf anatomischen Thatsachen gegründet, weshalb eine eingehende Untersuchung der anatomisch-topographischen Beziehungen der A. obturatoria, welche uns zeigen soll, in wie weit diese Beziehungen im stande sind die empirischen Ansichten der Chirurgen zu stützen, wohl gerechtfertigt erscheint.

Sehr interessant erscheint die Frage über die Ursachen der Abweichungen der A. obturatoria. Cruveilhier⁹⁾, Hoffmann und Rauber¹⁰⁾, Sappey¹¹⁾, Quain-Hoffmann¹²⁾, Langer¹³⁾, Gegenbaur¹⁴⁾ u. A. nehmen an, dass die Anastomose zwischen der normalen A. obturatoria und

¹⁾ Wardrop, l. c.

²⁾ Burns, l. c.

³⁾ Mursine, Citat von Malgaigne. l. c.

⁴⁾ Jacquier, Citat von Velpeau. l. c. p. 227.

⁵⁾ Pigeotte s. Velpeau, l. c. p. 227.

⁶⁾ Eustche, British Medical Journal. May 1880. Ref. in d. Jahresbericht über die Leistungen und Fortschritte in der gesamten Medicin. 1880.

⁷⁾ Spiezer, Wiener med. Wochenschrift. 1881. No. 6. p. 154.

⁸⁾ Boyer, Gazette des hôpitaux. 1829. p. 45.

⁹⁾ Cruveilhier, Traité d'anatomie descriptive. Paris. 1871.

¹⁰⁾ Hoffmann und Rauber, l. c. p. 174.

¹¹⁾ Sappey, l. c. p. 481.

¹²⁾ Quain-Hoffmann, l. c. p. 924.

¹³⁾ Langer, Lehrbuch der systematischen und topographischen Anatomie. Wien. 1882. p. 249.

¹⁴⁾ Gegenbaur. Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Leipzig. 1883.

der A. epigastrica, oder A. iliaca externa sich zum Stämmchen der anomalen Arterie entwickelt. Sappey sagt, das Kaliber dieser Anastomose sei umgekehrt proportional dem Kaliber der A. obturatoria; je stärker letztere entwickelt ist, desto schwächer die Anastomose und umgekehrt. Jedoch keiner der angeführten Verfasser sucht eine Erklärung dafür, weshalb diese Anastomose ein mal zur Abweichung wird, das andere mal als Anastomose persistiert.

Lauths ¹⁾ Erklärung weicht nicht wesentlich von der eben angeführten ab. Er nimmt an, dass während des fötalen Lebens auf jeder Seite zwei Aa. obturatoriae bestehen: die normale, welche aus der A. umbilicalis, oder deren Zweigen und eine anormale, die aus der A. epigastrica inferior, oder der A. iliaca externa entspringt. Vor ihrem Eintritt in den Canalis obturatorius vereinigen sich beide zu einem gemeinsamen Stämmchen. Mit fortschreitendem Alter entwickelt sich eine von diesen Arterien, während die andere ihr fötales Kaliber behält und alsdann das Stämmchen repräsentiert, welches die A. obturatoria bei normaler Entwicklung derselben mit der A. epigastrica, bei Entstehung einer Anomalie dagegen mit der A. hypogastrica verbindet. Velpeau ²⁾, Krause ³⁾, Linhart ⁴⁾, Morel und Duval ⁵⁾ geben für die Entstehung von Abweichungen der A. obturatoria dieselbe Erklärung; sie sprechen aber, wie es scheint, nicht ihre eigenen, auf persönliche Beobachtungen gestützte Ansichten aus, sondern wiederholen nur Lauths Auffassung dieses Gegenstandes.

Endlich sagt W. Krause in Henle's ⁶⁾ Handbuch: „ . . . dass beim Fötus die A. epigastrica inferior in der Norm mit zwei Wurzeln entspringt: aus der A. iliaca externa und der A. obturatoria etc.“ Die letztgenannte Wurzel der A. epigastrica inferior geht seiner Meinung nach in die anomale A. obturatoria über.

¹⁾ Lauth, Nouveaux manuel de l'anatomiste. Paris. 1824. p. 557 u. deutsche Ausgabe: Neues Handbuch der praktischen Anatomie. Stuttgart. 1836. Bd. II. p. 182.

²⁾ Velpeau, l. c. p. 223.

³⁾ W. Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. III. Anatomische Varietäten. Hannover. 1880. p. 177.

⁴⁾ Linhart, l. c. p. 80.

⁵⁾ Morel et Duval, Manuel d'anatomiste. Paris. 1883. p. 563.

⁶⁾ Henle, Handbuch der systematischen Anatomie. Braunschweig. 1868. Bd. III. Abteilung I. p. 297.

Diese Erklärung ist, abgesehen von ihrer Lückenhaftigkeit, die auch der Erklärung der anderen Verfasser anhaftet, wesentlich falsch: Erstens haben meine Untersuchungen von 88 fötalen Präparaten gezeigt, dass die A. epigastrica inferior nie, oder wenigstens äusserst selten mit zwei Wurzeln entspringt; wahrscheinlich hat man die anomale A. obturatoria als zweite Wurzel der A. epigastrica aufgefasst. Zweitens versteht man unter dem Namen A. obturatoria, unter anderem ein solches arterielles Gefäss, in welchem das Blut in der Richtung zum Canalis obturatorius strömt; in der zweiten Wurzel der A. epigastrica aber, welche zur anomalen A. obturatoria werden soll, müssen wir uns den Blutstrom in entgegengesetzter Richtung denken. Wenn wir daher die Umwandlung dieser Wurzel in die anomale A. obturatoria zugeben wollten, so müssten wir auch eine Aenderung der Stromrichtung in derselben annehmen, ohne dass besondere Gründe dafür vorhanden sind, was mit den Gesetzen der Hydrodynamik, denen die Blutbewegung in den Arterien unterworfen ist, nicht im Einklang steht. Endlich erklärt diese Theorie nicht diejenigen Abnormitäten der A. obturatoria, die aus der A. iliaca externa und cruralis hervorgehen. — Sowohl um die statistischen Angaben über die Abweichungen der A. obturatoria zu ergänzen, als auch behufs Erforschung der Beziehungen dieser Abweichungen zum Schenkelringe und Schenkelbruch, wie auch endlich zur Entscheidung der Frage über die Entstehung der Abweichungen habe ich 1034 Präparate (halbe Becken), die verschiedenen Geschlechtern und Altersklassen angehörten, untersucht und zwar:

1. Erwachsene	404	{ männl. 224 weibl. 180	von 16 J. bis 80 J.
2. Kinder	542	{ männl. 286 weibl. 256	von der Geburt bis 6 Monate.
3. Embryone	88	{ männl. 62 weibl. 20	vom 3. bis zum 8. Monate.

Ausserdem wurden gegen 20 Präparate von Tieren: Hunden, Katzen, Kaninchen untersucht und Präparate von Pferden, Kühen und Schweinen im anatomischen Museum des Warschauer Veterinär-Instituts besichtigt.

II.

Die Anomalieen der Arterien betreffen im allgemeinen ihren Ursprung, Verlauf und Verzweigung. Um die Abweichungen der A. obturatoria zu erforschen, ist es daher notwendig, ihr normales Verhalten — Verlauf nebst Verzweigungen — genau festzustellen. Die Erforschung der normalen A. obturatoria in angegebener Richtung hat aber noch eine andere Bedeutung: sie giebt uns nämlich bei der Zusammenstellung ihres Ursprungs und ihrer Verzweigungen bei Erwachsenen, Kindern und Embryonen, wie wir unten sehen werden, wertvolle Anhaltspunkte zur Beurteilung der Ursache ihrer Abweichungen.

Ursprungsstelle der normalen A. obturatoria.

Die Ursprungsstelle der normalen A. obturatoria wird von verschiedenen Autoren verschieden bestimmt, so nehmen Arnold¹⁾, Hollstein²⁾, Hartmann³⁾, Cruveilhier⁴⁾ und Luschka⁵⁾ an, dass sie aus dem vorderen Zweige der A. hypogastrica hervorgeht; Quain-Hoffmann⁶⁾, Henle⁷⁾, Hoffmann und Rauber⁸⁾ — aus dem gemeinschaftlichen Stamme der letzteren, oder aus ihrem vorderen Zweige; Dursy⁹⁾, Meckel¹⁰⁾, Krause¹¹⁾, Masse¹²⁾ — aus dem hinteren Zweige; Langer¹³⁾, Sappey¹⁴⁾, Gegenbaur¹⁵⁾, Hirschfeld¹⁶⁾, Hyrtl¹⁷⁾ und Pfitzner¹⁸⁾ geben ihren Ursprungsort nicht näher an, sagen nur im allgemeinen, dass sie ein

¹⁾ Arnold, Handbuch der Anatomie des Menschen. Freiburg. 1847. Bd. II. p. 529.

²⁾ Hollstein, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 1865. p. 764.

³⁾ Hartmann, l. c. p. 540.

⁴⁾ Cruveilhier, l. c.

⁵⁾ Luschka, l. c.

⁶⁾ Quain-Hoffmann, p. 173.

⁷⁾ Henle, l. c. p. 297.

⁸⁾ Hoffmann und Rauber, l. c.

⁹⁾ Dursy, Lehrbuch der systematischen Anatomie. 1863. p. 225.

¹⁰⁾ Meckel, Handbuch der menschlichen Anatomie. Halle. 1817. p. 241.

¹¹⁾ Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. Hannover. Bd. II. 1879.

¹²⁾ Masse, Traité pratique d'anatomie descriptive. Paris. 1858. p. 485.

¹³⁾ Langer, l. c. p. 247.

¹⁴⁾ Sappey, l. c. p. 480.

¹⁵⁾ Gegenbaur, l. c.

¹⁶⁾ Hirschfeld, Opis układu naczyniowego człowieka. Warszawa. 1863. p. 242.

¹⁷⁾ Hyrtl, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Wien. 1859. p. 853.

¹⁸⁾ Pfitzner, l. c.

Zweig der A. hypogastrica ist. Endlich sagt Krusche¹⁾ in seiner speciellen Arbeit über die A. obturatoria, dass sie meistens aus dem vorderen Zweige der A. hypogastrica (63,7 %), seltener aus dem hinteren (11,2 %) und sehr selten aus dem gemeinschaftlichen Stamme (3,7 %) entspringt.

In Bezug auf den Ursprung der A. obturatoria bei Kindern und Embryonen sind in der Litteratur keine Angaben zu finden.

Nach meinen Untersuchungen entspringt die A. obturatoria bei Embryonen und im ersten Kindesalter entweder unmittelbar aus der A. umbilicalis, oder aus deren Zweigen.

Entspringt sie aus der A. umbilicalis, dann geht sie aus derselben am häufigsten in der Nähe des Ursprunges der A. pudenda communis hervor, seltener in der Nähe des Ursprunges der Aa. glutaëa superior und inferior, vor, oder hinter ihnen.

Die Zweige der A. umbilicalis, aus denen die A. obturatoria entspringt, sind folgende: 1. A. glutaëa superior, 2. A. ischiadica, oder ihr gemeinsamer Stamm mit der A. pudenda communis, 3. A. pudenda communis und 4. Aa. iliolumbalis, sacralis lateralis, vesicalis inferior und der Ramus nutritiens inferior²⁾.

Unter dem Einfluss des fortschreitenden Alters verwandelt sich die A. umbilicalis, wie bekannt, in die A. hypogastrica. Die Umwandlung besteht unter anderem darin, dass ihr centraler Teil — zwischen den Anfängen der Aa. iliaca externa und glutaëa superior zum gemeinsamen Stamme der A. hypogastrica wird; die A. glutaëa superior wird zum hinteren, und der Teil der umbilicalis zwischen A. glutaëa superior und A. pudenda zum vorderen Aste. Mit Rücksicht hierauf kann man

¹⁾ Krusche, l. c.

²⁾ Bei Kindern kommt ziemlich häufig ein arterielles Stämmchen vor, das in den Handbüchern der Anatomie gar nicht erwähnt wird. Am häufigsten entspringt es aus der A. glutaëa superior, seltener aus der A. umbilicalis oder glutaëa inferior. Dieser oder jener Quelle entsprungen, zieht dieses Stämmchen nach unten und aussen zum Foramen ischiadicum majus, wo es in den unteren Rand des Os ilium, welcher diese Oeffnung (Incisura ischiadica) oben begrenzt, eindringt. Bei Kindern findet sich dieses Stämmchen häufiger (34 %), als bei Erwachsenen (12 %), weshalb es möglicherweise nur während der Periode des verstärkten Knochenwachstumes als Ernährungsgefäß functioniert. Seiner Lage und Bestimmung entsprechend kann dieses Stämmchen *Ramus nutritiens inferior* genannt werden.

sagen, dass die *A. obturatoria* bei Erwachsenen an Stellen der *A. hypogastrica* entspringt, welche genetisch mit ihren Ursprungsstellen aus der *A. umbilicalis* bei Embryonen und im ersten Kindesalter identisch sind.

Bei Erwachsenen geht sie nämlich hervor:

1. Aus dem vorderen Aste der *A. hypogastrica*, meistens in der Nähe seines peripheren Endes; 2. aus dem hinteren Aste, immer oberhalb seines Eintrittes in den Plexus ischiadicus; 3. aus dem gemeinsamen Stamme der *A. hypogastrica*, bisweilen in der Höhe des zweiten Kreuzbeinloches und sogar noch höher; 4. aus der *A. glutaee inferior*, oder aus ihrem gemeinsamen Stamme mit der *A. pudenda*; 5. aus der *A. pudenda communis* und endlich 6. aus den *Aa. iliolumbalis*, *sacralis lateralis* und *vesicalis inferior*. In letzterem Falle (6) besteht gleichzeitig mit der normalen noch eine anomale *A. obturatoria*, oder ein sehr stark entwickelter Ramus pubicus superior; ein Mal begegnete ich einem besonders gut entwickeltem Zweige der *A. circumflexa femoris*, welcher die schwach entwickelte *A. obturatoria* ergänzte.

Die relative Häufigkeit des Ursprungs der *A. obturatoria* aus den aufgezählten Quellen ist, wie beifolgende Tab. I zeigt, folgende: am häufigsten entspringt sie bei Embryonen und im ersten Kindesalter aus der *A. umbilicalis* (18,4%—22,7%) und bei Erwachsenen aus dem letzterer entsprechenden — vorderen Aste der *A. hypogastrica* (41,4%). Die zweite Häufigkeitsstelle fällt der *A. glutaee superior* bei Kindern und Embryonen zu (11,8%—15%) und dem ihr entsprechenden hinteren Aste der *A. hypogastrica* bei Erwachsenen (19,1%); darauf folgen: der gemeinsame Stamm der *A. ischiadica* und *pudenda*, die *Aa. ischiadica*, *pudenda* u. s. w.

Je mächtiger im allgemeinen das arterielle Stämmchen ist und je näher es dem Canalis obturatorius liegt, desto häufiger dient es der *A. obturatoria* zum Ursprunge.

Die schwachen Zweige der *Aa. umbilicalis* und *hypogastrica* (Ramus nutritiens, *Aa. iliolumbalis*, *sacralis lateralis*, *vesicalis inferior*) erzeugen selten eine *A. obturatoria*, übrigens häufiger bei Embryonen und Kindern, als bei Erwachsenen. Es erhellt dies besonders aus der Gesamtzahl (Tab. I) aller schwachen Zweige: in 76 embryonalen Präparaten entsprang sie aus diesen Zweigen 14 mal = 18,3%; bei Kindern

T a b. I.

Ursprungsstelle der normalen A. obturatoria bei Embryonen, Kindern und Erwachsenen	76		340		340	
	Präparate von Embryonen		Präparate von Kindern		Präparate von Erwachsenen	
	Zahl der Fälle	%	Zahl der Fälle	%	Zahl der Fälle	%
Die A. umbilicalis bei Em- bryonen und Kindern vor der A. glutaeta superior und der vordere Ast des A. hypo- gastrica bei Erwachsenen .	14	18,4 ⁰ / ₁₀₀	76	22,7 ⁰ / ₁₀₀	141	41,4 ⁰ / ₁₀₀
Die A. glutaeta superior bei Embryonen und Kindern und der hintere Ast der A. hypo- gastrica bei Erwachsenen .	9	11,8 ⁰ / ₁₀₀	51	15 ⁰ / ₁₀₀	65	19,1 ⁰ / ₁₀₀
Die A. umbilicalis hinter der A. glutaeta superior bei Em- bryonen und Kindern und der gemeinsame Stamm der A. hypogastrica bei Erwach- senen	„	„	6	2 ⁰ / ₁₀₀	11	3,2 ⁰ / ₁₀₀
Die A. ischiadica	6	7,9 ⁰ / ₁₀₀	21	6,1 ⁰ / ₁₀₀	14	3,2 ⁰ / ₁₀₀
Die A. pudenda communis. .	4	5,2 ⁰ / ₁₀₀	17	5 ⁰ / ₁₀₀	10	2,9 ⁰ / ₁₀₀
Der gemeinsame Stamm der Aa. ischiadica und pudenda communis	9	11,8 ⁰ / ₁₀₀	25	7,3 ⁰ / ₁₀₀	17	5,2 ⁰ / ₁₀₀
Ramus nutritiens inferior . .	14	18,3 ⁰ / ₁₀₀	34	9,9 ⁰ / ₁₀₀	9	2,6 ⁰ / ₁₀₀
A. sacralis lateralis						
A. vesicalis inferior. . . .						
A. iliolumbalis						
	56	73,4 ⁰ / ₁₀₀	230	68 ⁰ / ₁₀₀	267	78,5 ⁰ / ₁₀₀

in 340 Präparaten 34mal = 9,9⁰/₁₀₀ und bei Erwachsenen in derselben Zahl von Präparaten wie bei Kindern nur 9mal = 2,6⁰/₁₀₀. Die A. obturatoria entsprang folglich bei Embryonen fast 2mal häufiger aus den schwachen Zweigen als bei Kindern und bei letzteren 3mal häufiger als bei Erwachsenen. Diese Thatsache ist meiner Ansicht nach eine ganz normale Erscheinung: bei Embryonen, wie auch im ersten Kindesalter genügt die schwache A. obturatoria den Ernährungsanforderungen der Gegend, in welcher sie sich auflöst. Mit fort-

schreitendem Alter werden die Anforderungen grösser¹⁾, während eine dementsprechende Zunahme des Kalibers der Arterie nicht möglich ist, da dieselbe aus einem schwachen Stämmchen hervorgeht. Dieser Umstand bedingt die Notwendigkeit der Entwicklung eines ersetzenden arteriellen Gefässes, als welches, wie wir unten sehen werden, gewöhnlich eine anomale A. obturatoria, bisweilen auch ein stark entwickelter Ramus pubicus, oder ein Zweig der A. circumflex femoris interna auftritt.

Was den Einfluss von Geschlecht, rechter und linker Seite auf die Häufigkeit des Hervorgehens der normalen A. obturatoria aus dieser oder jener Quelle betrifft, so konnte auf Grund der in dieser Richtung vorgenommenen Berechnungen eine bestimmte gegenseitige Abhängigkeit nicht nachgewiesen werden.

Verlauf der normalen A. obturatoria.

Der Verlauf der A. obturatoria wird von allen Autoren in gleicher Weise beschrieben: entsprungen aus der A. hypogastrica, oder deren Zweigen, zieht sie in Begleitung des über ihr gelegenen N. obturatorius an der Innenfläche der äusseren Wand des kleinen Beckens nach vorn zum Canalis obturatorius. Auf dieser Strecke liegt sie zwischen Beckenfascie und Bauchfell und ist von einer grösseren oder geringeren Menge fetthaltigen Bindegewebes, Lymphdrüsen und Lymphgefässen umgeben. In Canalis obturatorius teilt sie sich in ihre Endzweige.

Meinerseits füge ich noch hinzu, dass in einigen, allerdings sehr seltenen Fällen die A. obturatoria ihr Verhalten zum Nerv darin ändert, dass letztere unter ihr liegt; vor dem Eintritt in den Canalis obturatorius nimmt jedoch die Arterie ihre gewohnte Lage wieder an.

Ein solches anomales Verhalten der Arterie zum Nerv wird bei

¹⁾ Das Kaliber der Arterien steht in geradem Verhältnisse zur functionellen Energie der von ihnen versorgten Organe. Nikiforoff's *) Untersuchungen haben gezeigt, dass das relative Kaliber der Gehirn-, Lungen-, Leber- etc. Gefässe beim Neugeborenen bedeutend geringer, als beim Erwachsenen ist. Diese Thatsache lässt sich auch auf die A. obturatoria anwenden, deren Kaliberzunahme der Functionssteigerung derjenigen Muskeln proportional sein muss, in denen sie sich verästelt.

*) Nikiforoff, Die Beziehung zwischen Arterienkaliber, Gewicht und Volumen verschiedener Organe und Körperteile. St. Petersburg (russisch).

hohem Ursprunge derselben aus dem gemeinsamen Stamme der A. hypogastrica (oberhalb des zweiten Kreuzbeinloches, der Austrittsstelle der oberen Wurzel des N. obturatorius) beobachtet. Im ersten Kindesalter kommen solche Fälle häufiger vor, als bei Erwachsenen, und zwar wird in dieser Lebensperiode das beschriebene Verhalten der Arterie zum Nerv selbst dann beobachtet, wenn erstere aus dem vorderen Abschnitte der A. umbilicalis weit vor der Ursprungsstelle der A. pudenda communis hervorgeht.

Die Verzweigung der A. obturatoria in der Beckenhöhle.

Die Verzweigung der A. obturatoria in der Beckenhöhle hängt von ihrer Ursprungsstelle und dem Kaliber des sie erzeugenden Stammes ab: je mächtiger letzterer und je weiter ihr Weg im Becken, eine desto grössere Anzahl von Zweigen erzeugt sie, weshalb auch nicht alle Anatomen eine gleiche Anzahl derselben beschreiben; so z. B. erwähnen Hartmann und Luschka nur eines einzigen, des Ramus pubicus, Sappey beschreibt ihrer vier und Krause fünf.

Die Zweige der A. obturatoria in der Beckenhöhle sind sehr schwach, weshalb sie auch wenig wissenschaftliches Interesse bieten. Als Ursprungsanomalie verdient die A. penis erwähnt zu werden. Sie entspringt vor dem Eintritt der A. obturatoria in den Canalis obturatorius und gelangt nach ihrem Durchtritt durch die Beckenfascie zwischen den Bündeln des M. levator ani zum unteren Rande der Synchondrosis pubis und zur Peniswurzel. Ich habe sechs Fälle einer A. penis und zehn einer A. dorsalis penis (1,5 %) beobachtet.

Bei Einhufern ist ein solcher Ursprung der A. dorsalis penis (aus der A. obturatoria eine normale Erscheinung, wovon ich mich zu wiederholten Malen überzeugt habe; dasselbe bezeugen Chauveau¹⁾, Müller²⁾, Franck³⁾ u. A.

Weit wichtiger für uns ist das Aestchen, welches die A. obtura-

¹⁾ Chauveau, Traité d'anatomie comparée des animaux domestiques. Paris. 1857. p. 501.

²⁾ Müller, Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haussäugetiere. Berlin. 1885. p. 654.

³⁾ Franck, Handbuch der Anatomie der Haustiere. Stuttgart. 1871. p. 845.

toria mit der A. epigastrica inferior verbindet, weil dasselbe von den meisten Anatomen als Material für die Entstehung von Abweichungen der A. obturatoria bezeichnet wird.

Von einer Verbindung der A. obturatoria mit der A. epigastrica inferior sprechen fast alle Anatomen und bezeichnen diese Verbindung als eine constante Erscheinung; dagegen betrachten einige (Cruveilhier, Sappey) dieses Verbindungsästchen als ein Stämmchen, welches unmittelbar aus der A. obturatoria entspringt und sich direct mit der A. epigastrica inferior verbindet; andere (Krause, Gegenbaur) nehmen an, dass es aus dem Ramus pubicus der A. obturatoria hervorgeht; endlich behaupten noch andere (Luschka), dass es die A. obturatoria mit dem Ramus pubicus der A. epigastrica verbindet.

Ich habe mich davon überzeugt, dass eine Anastomose zwischen der A. epigastrica inferior und A. obturatoria nicht immer vorhanden ist und zwar wird sie bei Erwachsenen bedeutend seltener (39 %) als bei Embryonen (48,6 %) und Kindern (78,8 %) beobachtet. Ausserdem ist diese Anastomose sowohl in anatomischer, als physiologischer Beziehung grossen Schwankungen unterworfen, weshalb meiner Ansicht nach ihre Bedeutung als zu Abweichungen der A. obturatoria geeignetes Material nicht immer dieselbe ist.

Mit Rücksicht auf die verschiedene Bedeutung der Anastomose in bezeichneter Hinsicht halte ich es für nötig, dieselbe genauer zu beschreiben.

In anatomischer Beziehung zeichnet sich diese Anastomose durch verschiedenes Verhalten zum Schenkelringe, durch verschiedenen Ursprung und Entwicklungsgrad aus; in physiologischer — durch verschiedene Richtung ihres Blutstromes — zum Canalis obturatorius, oder zur A. epigastrica inferior.

Von genannten Gesichtspunkten aus betrachtet lassen sich folgende Typen derselben aufstellen:

Erste Varietät. Die Aa. obturatoria und epigastrica sind unter einander durch ein dünnes, gleichmässig starkes, oder in der Richtung zur A. obturatoria sich verjüngendes Stämmchen verbunden. Die Lage desselben entspricht grösstenteils der äusseren Peripherie des Schenkelringes; seltener schneidet es letzteren mehr oder weniger seiner

Mitte entsprechend, oder verläuft an seiner inneren Peripherie in der Nähe des freien Randes des Lig. Gimbernati; nie aber wurde dasselbe an der oberen (hinteren) Fläche dieses Bandes angetroffen.

Diese Varietät der Anastomose wurde fast ausschliesslich bei Kindern beobachtet und kann hier als anomale A. obturatoria betrachtet werden, die bei ihnen ihr embryonales Kaliber beibehalten. Ein allmählicher Uebergang derselben in die A. obturatoria wird bei Kindern nicht selten angetroffen.

Zweite Varietät. Das Aestchen, welches die A. epigastrica mit der A. obturatoria verbindet, entspringt aus dem Ramus pubicus der A. epigastrica und nicht aus der A. epigastrica, wie im ersten Falle.

Sein Verhalten zum Schenkelringe und sein Entwicklungsgrad hängt von der grösseren, oder geringeren Entfernung seines Ursprunges von der A. epigastrica inferior ab: je grösser die Entfernung von dieser Arterie, desto näher rückt das anastomosierende Aestchen zum Lig. Gimbernati und desto schwächer ist es entwickelt.

Beide beschriebenen Varietäten der Anastomose kommen selten vor: die erste habe ich 12mal bei Kindern und 1mal bei Erwachsenen, die zweite 3mal bei Embryonen, 8mal bei Kindern und 2mal bei Erwachsenen angetroffen.

Ihre anatomischen und physiologischen Eigenschaften sind für ihre weitere Entwicklung zum Stämmchen der A. obturatoria günstig.

Dritte Varietät. Das aus der A. epigastrica inferior, oder aus deren Ramus pubicus entsprungene Verbindungsästchen anastomosiert mit dem Ramus pubicus der A. obturatoria in der Nähe, oder in einiger Entfernung vom Ursprunge desselben. An der Vereinigungstelle beider Aestchen begegnen sich zwei Blutströme des Ramus pubicus der Aa. obturatoria und epigastrica, die sich darauf nach innen und unten richten. Es kann daher diese Art von Anastomose weniger leicht zum Stämmchen der A. obturatoria werden, da das in ihr circulierende Blut nicht in den Canalis obturatorius gelangt, sondern medianwärts von ihm abgeleitet wird.

Diese Varietät der Anastomose ist die allerverbreitetste, sowohl bei Kindern, als bei Erwachsenen, was vielleicht darin seine Erklärung findet, dass dieselbe nur schwer in die A. obturatoria übergeht.

Vierte Varietät. Das anastomosierende Aestchen ist von der A. obturatoria zur A. epigastrica inferior gerichtet, indem es diese Arterien entweder direct mit einander verbindet, oder mittelst ihrer Zweige (Rami pubici). Im ersten Falle verläuft die Anastomose an der äusseren Peripherie, oder entsprechend der Mitte des Schenkelringes, im zweiten an der oberen (hinteren) Fläche des Lig. Gimbernati, oder sogar schlingenförmig in der Gegend des Tuberculum pubicum. Letztere Varietät kommt häufig bei Erwachsenen vor.

Auch diese Varietät der Anastomose bietet ungünstige Verhältnisse für ihre Ausbildung zur anomalen A. obturatoria, da die Stromrichtung des in ihr circulierenden Blutes derjenigen in der A. obturatoria entgegengesetzt ist. Ausserdem kommen noch doppelte Verbindungen vor; die A. obturatoria steht nämlich bisweilen mittelst eines Stämmchens in directer Verbindung mit der A. epigastrica und mittelst eines anderen mit deren Ramus pubicus, wobei das eine Stämmchen günstige, das andere ungünstige Verhältnisse für seine weitere Entwicklung bietet.

Verbindungen der A. obturatoria mit der A. iliaca externa habe ich bei Erwachsenen nicht beobachtet, bei Kindern dagegen 3mal — bedeutend seltener, als die ihnen entsprechende Abweichung der A. obturatoria.

(Fortsetzung folgt.)

Contribution à l'étude des cellules glandulaires.

I. Les éléments des canalicules du rein primitif chez les Mammifères

par

A. Nicolas,

professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Nancy.

(Suite.)

En 1888 je présentais à la Société de Biologie ¹⁾ une note intitulée: „Sur quelques détails relatifs à la morphologie des éléments épithéliaux des canalicules du corps de Wolff“. J'indiquais alors uniquement les principaux résultats de mes recherches me réservant de les compléter, et comprenant assez l'importance des questions qu'elles soulevaient pour songer à en faire l'objet d'un mémoire détaillé. Depuis cette époque, grâce à de nouvelles préparations, grâce surtout à l'emploi de moyens optiques meilleurs que ceux dont je disposais alors, j'ai pu, tout en m'assurant de l'exactitude de la plupart des faits que j'avais annoncés, préciser davantage certains points, et arriver, par suite, à concevoir l'ensemble des phénomènes dont les cellules des canalicules du rein primitif sont le siège d'une façon qui diffère assez notablement de l'idée que je m'en faisais autrefois. Voici en quels termes je résumais mes observations:

„Dans la présente note, je désire attirer l'attention sur certains détails remarquables concernant les éléments épithéliaux des canalicules du corps de Wolff, chez les Mammifères (porc, lapin, brebis).

¹⁾ Comptes rendus de la Société de Biologie. 1888. No. 14. 20 Avril.

Il s'agit, d'une part, de ces formations décrites sous le nom de *bordures en brosse*, et dont la présence a été signalée dans les cellules de différents organes, soit à l'état normal, soit à l'état pathologique. D'autre part, mes observations ont trait à des modifications curieuses dont les éléments des canalicules sont le siège. Ces modifications, en rapport avec la production de masses globuleuses d'une substance indéterminée, sont *identiques* à celles qu'éprouvent, d'après certains auteurs, les cellules des tubes contournés du rein définitif, dans des cas d'inflammations aiguës ou chroniques.

I. Dans la portion des canalicules Wolffiens que l'on regarde comme portion sécrétante, c'est à dire dans celle qui fait suite directement à la capsule glomérulaire, chaque cellule présente sur sa surface une rangée de bâtonnets cylindriques, bien distincts les uns des autres, et régulièrement alignés. Leur base présente souvent un petit renflement, auquel cas la brosse semble séparée du corps de la cellule par une ligne pointillée; mais le plus souvent cette apparence même manque, et les bâtonnets s'implantent directement sur la couche superficielle du protoplasma, sans qu'il existe entre eux aucune ligne de démarcation. Bien plus, il est facile de voir en maints endroits que la zone protoplasmique immédiatement sous-jacente à la brosse a pris des caractères assez spéciaux. Elle a une apparence striée, résultant de ce qu'elle est traversée par de minces filaments parallèles qui semblent n'être que le prolongement des bâtonnets de la surface et qui s'enfoncent plus ou moins profondément dans l'intérieur du corps cellulaire.

L'existence des bordures en brosse est constante dans le segment dit sécréteur du canalicule, et, lorsqu'elles se présentent sous l'aspect que je viens de décrire sommairement, elles rappellent absolument celles que certains histologistes ont signalées: chez les Mammifères, dans les cellules des tubes contournés du rein définitif normal (Klein, Tornier), ou pathologique (Langhans, Cornil et Brault, Marchand); dans les cellules des glandes stomachales (Tornier); dans les éléments épithéliaux de la deuxième portion du tube urinifère des Amphibiens (Nussbaum); enfin dans différents organes (intestin, tubes de Malpighi), chez des Invertébrés (Frenzel, Nussbaum, Martin Heidenhain).

II. Dans toute la longueur des canalicules, les cellules sont le siège de modifications remarquables qui consistent essentiellement en l'apparition dans les mailles du réticulum protoplasmique d'une substance claire, hyaline, qui tantôt se dispose sous forme de gouttelettes arrondies, très petites et séparées les unes des autres, tantôt est diffuse et envahit irrégulièrement tout un territoire du corps cellulaire. Dans un cas comme dans l'autre, c'est la partie interne de l'élément, celle qui est comprise entre le noyau et la surface, qui est le siège de ce processus. La zone protoplasmique profonde, péri-nucléaire, reste généralement intacte. La substance hyaline devient de plus en plus abondante et tombe enfin dans la lumière du tube, soit sous forme de gouttelettes multiples qui transsudent, pour ainsi dire, au travers de la couche protoplasmique superficielle, soit sous forme d'une masse globuleuse, unique et volumineuse, qui se sépare par étranglement du reste non modifié de la cellule.

Ces phénomènes sont particulièrement nets dans la portion du canalicule considérée comme portion excrétaute; mais dans la portion sécrétante, c'est à dire dans celle dont les éléments épithéliaux sont munis de brosses, on les observe également. Tantôt l'on y voit des cellules garnies de bâtonnets, dont le protoplasma, dans ses couches internes, est rempli de gouttelettes claires; beaucoup de ces gouttelettes ont fait irruption au dehors et on les aperçoit à la surface de la bordure. D'autres fois, la cellule est couverte comme d'une calotte hémisphérique qui semble limitée par une membrane, et dont le contenu transparent est sillonné par quelques travées protoplasmiques granuleuses et irrégulières; au dessous de cette calotte se trouve une rangée de bâtonnets très longs dont la base se continue directement avec la zone protoplasmique péri-nucléaire. A côté de ces éléments, il en existe chez lesquels la calotte superficielle s'est vidée; il ne subsiste plus que les bâtonnets supportés par le restant du corps cellulaire. Enfin, d'autres sont réduits à ce dernier.

En un mot, les aspects si divers que l'on a sous les yeux sont le résultat de la production de cette substance claire qui s'accumule peu à peu à l'intérieur de la cellule, comme fait le mucus dans une cellule caliciforme, remplit les mailles du réticulum protoplasmique, dissocie

pour ainsi dire les prolongements filiformes intra-protoplasmiques des bâtonnets et les individualise, et finalement tombe dans la lumière des tubes.

J'ajouterai que, parallèlement à ces transformations, le noyau des cellules prend certains caractères spéciaux, et qu'en général il persiste avec la partie protoplasmique non transformée qui l'entoure.

La formation de boules claires a déjà été décrite, mais jusqu'alors exclusivement dans le rein définitif et à l'état pathologique (néphrites parenchymateuses ou interstitielles); elle est le résultat de ce que les anatomo-pathologistes appellent l'altération vésiculeuse. Les descriptions et les dessins que donnent certains auteurs, en particulier Lebedeff, Cornil et Brault, se rapportent mot pour mot et trait pour trait aux images que j'ai eues sous les yeux.

Je ne puis ici chercher à établir la signification des faits que je viens d'exposer. Ces phénomènes sont-ils dus à l'action des réactifs? sont-ils le résultat de l'activité sécrétoire, ou sont-ils en rapport avec la régression du corps de Wolff? Telles sont les hypothèses qu'il y aurait à discuter. Je me contenterai, pour terminer, de répéter que la présence des brosses et la formation des gouttelettes se rencontrent d'une façon constante, chez tous les embryons que j'ai examinés. J'ai toujours choisi des animaux très jeunes, chez lesquels le corps de Wolff n'avait pas encore acquis son complet développement, et était en pleine évolution; enfin je me suis servi de préférence des réactifs fixateurs que l'on considère actuellement comme les plus fidèles et les plus énergiques, tels que l'acide osmique (en vapeur et en solution) et le liquide de Flemming.

Le fait le plus important mis en évidence par cette note est donc que les cellules des canalicules du rein primitif élaborent dans leur intérieur un produit spécial, et que ce produit, éliminé à un moment donné, tombe dans la lumière du tube. Il s'agit donc là d'un véritable phénomène de sécrétion cellulaire suivi d'excrétion. Je reconnais volontiers n'avoir pas exprimé cette interprétation d'une façon catégorique, n'avoir pas employé les mots de sécrétion et d'excrétion, mais on conviendra que les termes dont je me suis servi: production de masses globuleuses; apparition et accumulation d'une substance claire

dans les mailles du réticulum protoplasmique, comme fait le mucus dans une cellule caliciforme, chute de cette substance dans la lumière des tubes, etc., sont assez explicites et caractérisent nettement des phénomènes de sécrétion et d'excrétion.

Cette manière d'expliquer les résultats de l'observation microscopique, en les rattachant à l'activité fonctionnelle des éléments glandulaires n'est cependant pas la seule qui se présente à l'esprit. On ne doit pas admettre à priori que les aspects si divers qu'ils présentent sont bien l'expression d'un état physiologique, et, dans cette question comme dans toute autre, il faut songer à l'action des réactifs. Or, l'examen à l'état frais, qui permet seul de juger à coup sûr, par comparaison, du degré de fidélité d'un réactif, est pour ainsi dire impraticable dans le cas du corps de Wolff. Les essais que j'ai faits n'ont jamais abouti à rien de satisfaisant et j'ai été contraint de m'en tenir à la méthode des coupes après fixation par différents réactifs. Les résultats obtenus en variant le mode d'emploi de l'un ou de l'autre ont été constants. Toujours les mêmes aspects se sont reproduits et, dans ces conditions, je crois être en droit de penser, sinon qu'ils sont l'expression complète de la réalité vivante, du moins qu'ils s'en rapprochent de très près. Avec les moyens dont l'histologiste dispose actuellement tout ce qu'il puisse exiger dans bien des cas c'est la réunion d'une certaine somme de probabilités basées sur la comparaison attentive des faits. Vouloir plus c'est se refuser pour longtemps, pour toujours peut-être, le droit d'étudier nombre d'organes inaccessibles à l'investigation directe.

Une autre cause pourrait compliquer l'interprétation. Le rein primitif est un organe transitoire, qui, par conséquent, à partir d'une certaine époque se trouve être le siège de phénomènes régressifs. Les faits que j'avais signalés étaient-ils en rapport avec cette régression? Pour éliminer le possibilité d'une pareille influence, la seule ressource était de n'employer jamais que des embryons très jeunes, chez lesquels le corps de Wolff n'avait pas atteint son complet développement, j'ajouterai aussi chez lesquels le rein définitif ne se montrait encore qu'à l'état d'ébauche. Il était probable qu'alors les éléments glandulaires Wolffiens représentaient les principaux agents de l'excrétion

embryonnaire et se trouvaient dans le plein épanouissement de leur activité fonctionnelle.

Il résulte assez de ce qui précède que, depuis plusieurs années déjà, j'avais signalé dans des organes *normaux* l'existence de manifestations sécrétoires et excrétoires à allures spéciales, dont il n'existait jusqu'alors pas d'autres exemples. Ces phénomènes avaient, il est vrai, déjà été remarqués dans des états pathologiques, mais jamais, je le répète, à l'état physiologique. Je n'insisterai pas pour le moment sur l'importance que me paraît avoir ce rapprochement; j'y reviendrai après avoir décrit en détail les faits que l'application des méthodes suivantes permet d'observer.

Méthodes de recherches.

J'ai examiné le rein primitif chez des embryons d'espèce (porc, brebis, veau, lapin) et de taille diverses. Celle-ci, chez les embryons de porc, a varié de 12 à 32 mm; de 15 à 50 mm chez ceux de brebis; de 30 à 60 mm chez ceux de veau. Quant aux embryons de lapin j'ai pu en étudier une série depuis le 12^e jour jusqu'au 17^e jour après la fécondation.

Dans tous, les caractères des éléments glandulaires étaient essentiellement les mêmes, et les variations que j'ai notées, soit d'un animal à l'autre, soit dans les différentes régions d'un même organe, sont imputables à la prépondérance de tel stade par rapport à tel autre, sont le résultat, par conséquent, du degré de l'activité fonctionnelle suivant le moment ou la région considérés. Une remarque qui a son importance et répond à une objection possible trouve sa place ici. Les embryons de porc, brebis et vache, m'étaient fournis par les abattoirs de la ville et, naturellement, ne m'arrivaient qu'un certain temps après la mort de la mère. Il y avait peut-être dans ce fait une cause d'altération des éléments, bien que chez la plupart des embryons le coeur battit encore quand, dans mon laboratoire, je les sortais de la cavité amniotique. Pour dissiper complètement mes doutes j'ai pris des lapins; les embryons enlevés immédiatement après la mort de la

mère se trouvaient alors dans des conditions de fraîcheur irréprochable. J'ai comparé les préparations ainsi obtenues avec les autres sans remarquer aucune différence, d'où je conclus que la possibilité d'une altération post mortem doit être écartée.

Les reins primitifs sont facilement mis à nu par un coup de ciseau qui éventre l'embryon et enlève le tube digestif. En un clin d'oeil l'organe, entier s'il est petit, fragmenté si ses dimensions sont trop considérables, est immergé dans le réactif fixateur. Quant au choix de celui-ci je veux en dire quelques mots. Tout d'abord j'ai employé l'acide osmique sous forme de solution (à 1 ou 2%) ou de vapeurs, en faisant varier la durée du séjour de la pièce dans le liquide de 1 à 6 heures, et de l'exposition aux vapeurs de $\frac{1}{2}$ heure à 3 heures. Après fixation dans la solution la pièce était lavée à l'eau courante pendant plusieurs heures, et, dans le cas de fixation par les vapeurs, elle était portée immédiatement après dans l'alcool absolu. Par ce dernier moyen, j'évitais complètement tout intermédiaire aqueux; ceci pour répondre à une objection qui a été soulevée et dont je parlerai ultérieurement.

Ces deux modes de fixation par l'acide osmique réussissent bien, la texture du rein primitif étant assez lâche pour que le fixateur puisse diffuser rapidement, néanmoins je n'hésite pas à déclarer formellement que je leur préfère la fixation par le liquide de Flemming (nouvelle formule)¹⁾. Plus je me sers de ce réactif, plus j'ai lieu de me louer des bons résultats qu'il fournit, et, à mon avis, pour des recherches d'histologie fine par la méthode des coupes, il est supérieur à tout autre. Sans doute je n'entends pas dire qu'il soit inutile de combiner son emploi avec celui d'autres liquides, ne serait-ce que pour avoir des termes de comparaison et des moyens de contrôle; mais je prétends que des coupes de pièces bien fixées par ce procédé sont infiniment plus démonstratives que d'autres. C'est toujours à elles que je reviens pour vérifier ou éclaircir des points douteux. Les qualités du liquide de Flemming ont été assez vantées par d'autres, pour que l'éloge que j'en fais puisse paraître banal, mais j'estime qu'il est utile,

¹⁾ Flemming, *Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie*. 1884.

au risque de répéter des choses connues de tout le monde, d'indiquer minutieusement comment l'on procède. Outre que ces renseignements évitent à l'occasion aux autres des tâtonnements et la perte d'un temps précieux, ils réduisent aussi les chances que l'on a trop souvent de trouver médiocre, voire détestable, la méthode que l'on expérimente alors que celui qui la préconise la déclare excellente. Pour ces motifs je me permettrai donc d'indiquer comment je prépare mes pièces. Quand les corps de Wolff sont encore en place sur les côtés de la colonne vertébrale, je pratique avec un instrument bien tranchant, sur l'un ou sur l'autre, des incisions perpendiculaires à sa surface, et assez rapprochées. Un coup de ciseau ou de rasoir sépare ensuite la glande de la paroi abdominale postérieure, de telle sorte que, sans avoir été tirillée ou contusionnée en quoi que ce soit, une fois immergée dans le liquide fixateur elle se trouve partagée en tronçons assez petits qui sont imbibés immédiatement. Deux à trois heures de séjour dans le réactif suffisent, autant de temps pour le lavage à l'eau courante; puis la pièce passe dans des alcools de plus en plus forts, finalement dans l'alcool absolu, l'essence de cèdre et la paraffine suivant la méthode bien connue.

Outre ces réactifs, j'ai mis également en usage le sublimé en solution saturée, soit simplement dans l'eau, soit dans l'eau salée à la dose physiologique, et je le faisais agir, tantôt à froid, tantôt à chaud (40° à 45° C). Les résultats obtenus par ce moyen ne sont pas mauvais mais je les trouve moins bons que ceux fournis par le liquide de Flemming. La plupart des histologistes contemporains vantent cependant le sublimé qu'ils appliquent à tout. Alors qu'au début de son apparition dans la technique microscopique c'était un réactif spécial, anatomique pour ainsi dire, il est devenu maintenant universel et a conquis la plus belle place dans le formulaire histologique. Je ne nie pas qu'il ne soit très utile dans certains cas, indispensable même, mais après expérience répétée je prétends qu'en règle générale il reste inférieur, et de beaucoup, (comme réactif histologique), au liquide de Flemming et à l'acide osmique.

Enfin j'ai fixé des pièces à l'aide du liquide chromo-platinique de Merkel, du liquide chromo-formique de Rabl et du bichromate de potasse.

Pour l'étude de certains détails ces réactifs peuvent rendre quelques services, surtout les deux premiers, mais, d'une manière générale, je n'ai qu'une confiance très restreinte dans leur fidélité, et de plus, pour le cas particulier qui m'occupe, ils se montrent toujours infiniment moins favorables que le liquide de Flemming.

Je passe maintenant aux réactifs colorants. Toujours j'ai employé une double coloration, sauf pour les coupes de pièces fixées par l'acide osmique que je me contentais de colorer par une solution d'hématoxyline (de Boehmer ou de Delafield). Dans tous les autres cas je me suis servi de phéno-safranine en solution aqueuse saturée que je laissais agir quelques instants sur les coupes, et, après lavage à l'eau, d'une autre matière colorante destinée à mettre en évidence les détails de structure du protoplasma. J'ai essayé plusieurs produits, mais ceux qui m'ont le mieux réussi sont: le krystalviolet, le noir-noyau (Kernschwarz) et l'induline, les deux premiers en solution aqueuse concentrée, l'induline en solution alcoolique. Quelques gouttes de la solution sont versées sur le porte-objet et les coupes, déjà colorées à la safranine, fixent la nouvelle couleur en quelques secondes. Le noir-noyau et surtout l'induline, utilisée déjà par Lorenz, manifestent pour les bordures en brosse une affinité remarquable, je dirai presque élective, qui facilite singulièrement l'analyse de certains détails compliqués, aussi je recommande particulièrement ces deux substances. Après que les coupes sont restées en contact une ou deux minutes au plus avec le deuxième colorant, je lave encore à l'eau, décolore par l'alcool faible, puis, après déshydratation et passage dans le xylol, monte dans le milieu résineux. Ce dernier était soit le baume du Canada ou la résine Dammar, soit le liquidambar dissous dans la benzine. Le coloration de ce dernier produit ne gêne nullement quand il est étalé en couche mince, et son indice de réfraction élevé le rend précieux pour l'étude de détails délicats, indistincts dans le baume.

Je terminerai par l'indication des moyens optiques mis en usage. Il ne faut pas songer à étudier les éléments glandulaires du rein primitif avec des objectifs à sec; seuls les objectifs à immersion, et en particulier à immersion homogène, permettent une étude intime et complète. Avec eux il est possible, sans que les images perdent

de leur pureté, d'employer des grossissements oculaires considérables. Huit cents à mille diamètres suffisent, et dans ces conditions les dimensions apparentes des cellules sont telles que leurs moindres détails se manifestent à l'oeil de l'observateur avec toute la netteté désirable. Mes observations ont été faites soit avec l'objectif apochromatique à immersion homogène de Zeiss de 1,30 d'ouverture numérique et de 2,0 de distance focale, soit avec l'apochromatique du même constructeur de 1,60 d'ouverture numérique et de 2,5 de distance focale, combinés avec les oculaires compensateurs N° 4, N° 6 et N° 8. L'emploi de l'objectif de 1,60 d'ouverture numérique nécessite, ainsi qu'on le sait: 1° des couvre-objets en flint-glass d'épaisseur déterminée, 2° le montage des coupes dans un milieu dont l'indice de réfraction soit supérieur à 1,60. Relativement à ces deux points je ferai les remarques suivantes. J'ai dû substituer dans certains cas aux couvre-objets de 0,17 mm, des lamelles plus minces (de 0,16 mm à 0,15 mm), car l'objectif possède une distance frontale très courte, et il m'arrivait souvent, quand la coupe était plissée, de ne pouvoir mettre au point tous les différents endroits de sa surface. Naturellement avec des couvre-objets moins épais cet inconvénient disparaît et, d'après les renseignements qu'a bien voulu me fournir M. Zeiss, les qualités optiques de l'instrument ne se trouvent pas sensiblement amoindries, à la condition de tirer davantage le tube du microscope (au delà de 0,17 cm) et de ne pas se servir de lamelles d'une épaisseur inférieure à 0,15 mm.

Le milieu dans lequel je montais mes coupes était le monobromure de naphthaline qui sert également de liquide à immersion. Ce liquide n'altère pas les coupes et conserve bien les couleurs, du moins pendant les quelques jours que peut durer l'examen au microscope. Son seul inconvénient est de mal se prêter à la confection de préparations persistantes, aussi le moyen le plus simple, quand on a fini d'étudier les coupes et qu'on désire les conserver, est-il de substituer au monobromure de naphthaline un milieu résineux quelconque et de recouvrir avec une lamelle ordinaire. A l'occasion on peut démonter la préparation et pratiquer de nouveau l'examen dans le monobromure.

L'emploi du nouvel objectif apochromatique de Zeiss présente donc

certains inconvénients, en somme de peu d'importance et qui se trouvent largement compensés par les résultats qu'il fournit: netteté admirable des images et possibilité de faire usage couramment de forts oculaires.

Le rein primitif des Mammifères constitue, à tous égards, un objet des plus favorables à l'étude des manifestations de l'activité des cellules glandulaires. C'est en effet un organe placé dans des conditions vraisemblablement assez invariables, et à l'abri des causes multiples qui peuvent influencer le fonctionnement des glandes en général chez l'animal adulte. Il va sans dire que je ne parle pas de la période de régression. L'influence du système nerveux, en particulier, doit être bien limitée, si tant est qu'elle s'exerce. De fait, les résultats de l'observation sont toujours identiques, même à une époque où le système nerveux périphérique est à peine ébauché et n'a certainement aucune relation, soit directe, soit indirecte, avec le corps de Wolff. Les autres organes, tels que le tube digestif et ses glandes annexes, n'existent pour ainsi dire pas, physiologiquement, à un moment où l'appareil excréteur est en pleine activité; de ce côté donc il ne semble pas qu'il faille tenir compte d'influences possibles. Je crois qu'il n'est pas téméraire de penser que le rein primitif jouit d'une autonomie plus complète que n'importe quel autre organe glandulaire de l'adulte, et de ce chef l'étude des phénomènes intimes dont ses éléments sont le siège se trouve simplifiée.

D'un autre côté, la texture du rein primitif n'est pas compliquée: des pelotons vasculaires et des tubes tortueux, tous construits sur le même plan, de sorte que des coupes perpendiculaires à son grand axe se montreront toujours sous le même aspect quelque soit l'endroit que l'on aura choisi pour les pratiquer. Ces tubes eux-mêmes sont constamment semblables les uns aux autres par leur constitution. Ils sont formés de deux segments, possédant chacun un épithélium dont les caractères sont si tranchés qu'il est impossible de les confondre l'un avec l'autre.

Enfin les éléments glandulaires sont relativement volumineux, et, comme les moyens optiques dont nous disposons permettent de les

examiner sous des grossissements considérables sans nuire à la netteté des images, nous nous trouverons dans des conditions identiques à celles où se trouverait un autre observateur étudiant des cellules plus volumineuses avec des grossissements plus faibles. Dans le mémoire que j'ai déjà signalé précédemment, Van Gehuchten ¹⁾ s'exprime ainsi: „Nous croyons que pour étudier les modifications qui se passent dans une cellule glandulaire pendant la sécrétion, on a tort de s'adresser à des organes aussi complexes que les glandes salivaires, ou à des éléments aussi petits et en quelque sorte cachés au milieu des cellules voisines que le sont les cellules mucipares ou caliciformes. Ici, comme dans toutes les questions scientifiques, nous devons aller du simple au composé, et nous devons tâcher de trouver chez les animaux inférieurs un organe où les cellules sécrétantes sont assez volumineuses, pour qu'on puisse y poursuivre sans peine les modifications les plus intéressantes, et en même temps suffisamment accessibles et dépourvues des éléments étrangers qui pourraient induire en erreur même l'observateur le plus consciencieux.“ Je souscris volontiers à la remarque judicieuse de Van Gehuchten et suis d'avis, comme lui, qu'en matière scientifique il faut aller du simple au composé, seulement je ne vois pas qu'il soit absolument indispensable de s'adresser à des animaux inférieurs. Il y a en effet dans cette question deux points de vue à considérer, d'abord la simplicité et l'uniformité de constitution de l'objet d'études, et ensuite la taille des cellules. Pour ce qui en est du premier point je pense qu'il est facile de trouver chez les Vertébrés, même supérieurs, des organes qui remplissent les conditions demandées, les recherches de List, Ranvier, M. Heidenhain etc., le prouvent assez. Le corps de Wolff rentre aussi dans cette catégorie d'organes simples. Quant à la taille des éléments elle me paraît assez accessoire, en restant bien entendu dans certaines limites. Outre que certains Vertébrés ont des cellules dont les dimensions sont propres à satisfaire le plus exigeant, les ressources actuelles de l'histologie sont telles que l'on peut aborder l'étude d'éléments incomparablement plus petits, en les grossissant suffisamment. L'avantage qu'il y a à examiner de volumineuses cellules

¹⁾ Van Gehuchten, Loc. cit. p. 6 du tirage à part.

n'est réel qu'autant qu'on le fera avec des objectifs assez puissants pour y voir plus de détails que dans des petites, sinon on en apercevra autant en grossissant celles-ci et en comblant ainsi l'écart qui existe entre leurs dimensions réelles. A cet égard j'attirerai l'attention sur les figures, très démonstratives d'ailleurs, qui accompagnent le mémoire de Van Gehuchten (Planches IV et V). Elles ont été dessinées à l'aide de l'objectif D et de l'oculaire N° 4 de Zeiss, c'est à dire avec un objectif de faible ouverture (0,65) et un grossissement de 420 diamètres. Mes coupes ont été dessinées à l'aide d'objectifs à grand angle (1,30 et 1,60) et des grossissements variant de 800 à 1000 diamètres. Les conditions de l'observation, quant à la grandeur et à la netteté des images, se trouvent égalisées et pour s'en convaincre on n'a qu'à comparer nos deux séries de dessins.

Exposé des faits.

Dans la description qui va suivre je n'ai nullement en vue d'étudier en détail la texture du rein primitif, encore bien moins son développement. Je me place exclusivement au point de vue histologique et quelques renseignements d'ordre anatomique suffiront à orienter le lecteur.

Le rein primitif est un organe composé de tubes ou canalicules longs et tortueux dont une des extrémités se branche sur un canal commun, le canal de Wolff, tandis que l'autre s'évase en s'appliquant sur un peloton de vaisseaux capillaires, le glomérule de Malpighi, qu'elle recouvre en lui constituant un capuchon à deux feuillets connu de tout le monde sous le nom de capsule de Bowman. Je note en passant que tous les tubes ne débouchent pas isolément dans le canal de Wolff, et qu'il y a des troncs communs servant d'intermédiaires entre ce dernier et une série de plusieurs canalicules.

Si l'on s'adresse à des embryons très jeunes, il n'est pas difficile, en pratiquant des coupes sériees et en dessinant successivement la surface de section des tubes visibles sur chacune d'entre elles, de reconstituer l'organe en son entier. Cette méthode renseigne rigoureuse-

ment sur les connexions des canalicules et sur le trajet assez régulier qu'ils suivent; mais si l'on examine des embryons plus âgés (lapin 15 jours, porc 13 mm, brebis 15 mm), la longueur et les sinuosités des tubes sont devenues telles qu'il est presque impossible de les reconstruire dans toute leur étendue. On peut néanmoins reconnaître sans trop de difficultés que leur orientation générale est restée ce qu'elle était dans des stades plus jeunes; ils se sont seulement allongés et repliés capricieusement dans des plans différents. Il résulte de ce fait, que le même tube se trouve sectionné un grand nombre de fois et en différents sens, soit que l'on considère une seule coupe soit que l'on envisage une série de coupes successives. Ces tubes enchevêtrés les uns dans les autres ne sont séparés que par des éléments mésenchymateux relativement rares, inégalement accumulés suivant les endroits, et par des capillaires plus ou moins spacieux.

Dans une préparation quelconque nous aurons donc sous les yeux un nombre considérable de champs de forme variable représentant en coupe les différentes régions d'un plus ou moins grand nombre de canalicules, et ce qui frappe immédiatement, c'est, d'une part l'inégalité du diamètre de ces sections de tubes, et d'autre part les différences d'aspect de l'épithélium qui en limite la lumière. Depuis longtemps déjà (Rathke ¹⁾, J. Müller ²⁾, Dursy ³⁾, Waldeyer ⁴⁾) l'on avait remarqué que le calibre des canalicules n'est pas le même partout, et l'on avait distingué des tubes étroits et des tubes larges. Les relations de ces tubes entre eux d'une part, avec le glomérule et avec le canal de Wolff d'autre part, avaient été appréciées de diverses manières qu'il est inutile de rappeler ici. Sur ce point l'opinion acceptée partout aujourd'hui est celle que j'ai résumée plus haut: il n'y a pas deux catégories de tubes, mais une seule; chaque tube comprenant (1^o) un segment large qui fait suite au glomérule et se continue avec (2^o) un

¹⁾ Rathke, Beobachtungen und Betrachtungen über die Entwicklung der Geschlechtswerkzeuge bei den Wirbeltieren. Neue Schriften d. naturf. Gesellsch. in Danzig. Bd. I. 1825.

²⁾ J. Müller, Bildungsgeschichte der Genitalien. Düsseldorf. 1830.

³⁾ Dursy, Ueber den Bau der Urnieren des Menschen und der Säugetiere. Zeitschrift f. ration. Medic. Bd. XXIII. 1865.

⁴⁾ Waldeyer, Eierstock und Ei. Leipzig. 1870.

segment étroit qui débouche dans le canal de Wolff. La différence de calibre, et par suite la division du canalicule en deux portions, s'accusent de très bonne heure. Mihákovics ¹⁾ la figure chez un embryon de brebis de 6 mm.

En même temps qu'on reconnaissait ainsi dans chaque tube deux parties bien distinctes par leurs dimensions, on avait remarqué que les caractères de l'épithélium n'étaient pas semblables dans l'une et dans l'autre, et on avait attribué à chacune d'elles une fonction différente. Pour montrer l'état de nos connaissances sur cette question je ne saurais mieux faire que de rapporter textuellement la description que donne Mihákovics ²⁾:

„Sur la face interne de la paroi du canal de Wolff débouchent à peu de distance les uns des autres les canalicules, constitués d'abord par un tube étroit incurvé du côté dorsal et large de 0,025 mm. L'épithélium de ce tube est formé de cellules cylindriques basses qui se colorent aussi vivement que celles du canal de Wolff. Ceci prouve que ce n'est pas là un segment sécréteur mais bien un segment excréteur du canalicule. Le nom de tube collecteur lui convient très bien. Ce tube reste étroit sur une certaine étendue puis se coude brusquement vers la face ventrale en s'élargissant, en même temps que l'épithélium devient cylindrique. Les cellules fixent moins énergiquement les matières colorantes et sont bourrées de grains jaunâtres fortement réfringents. La lumière du canalicule est occupée par un coagulum réticulé dont les filaments sont en connexion avec la surface des cellules cylindriques. Ces faits signifient qu'à partir du premier coude commence le segment sécréteur du canalicule.“ Plus loin, à propos du corps de Wolff arrivé à son complet développement, après avoir indiqué les dimensions des deux segments du tube chez divers embryons, Mihákovics ajoute: „Les différences de caractères de l'épithélium dans les deux segments prouvent que ceux-ci remplissent des fonctions différentes. Dans les tubes collecteurs le revêtement cellu-

¹⁾ Mihákovics, Untersuchungen über die Entwicklung des Harn- und Geschlechtsapparates der Amnioten. Internationale Monatsschrift für Anat. T. II. 1884.

²⁾ Mihákovics, Loc. cit. p. 76 et p. 90.

laire est formé par des éléments cylindriques bas (7 à 8 μ) qui se colorent d'une façon aussi intense que les cellules du canal de Wolff. Cette partie du canalicule appartient donc aux voies d'excrétion. Dans le segment large et contourné les cellules cylindriques sont plus hautes (10 à 12 μ); leur protoplasma jaunâtre se colore à peine et se trouve rempli d'une grande quantité de petits grains. Les limites cellulaires sont confondues, si bien que sur des coupes on croirait souvent avoir affaire à des noyaux disséminés dans une couche diffuse de protoplasma jaunâtre. On peut en conclure que le corps cellulaire est très mou. D'autre part, des prolongements incolores et irréguliers partent de l'extrémité libre des cellules et se continuent avec un coagulum réticulé qui remplit la lumière du canalicule. Tout ceci prouve suffisamment que c'est là la partie sécrétrice du tube."

Cette citation démontre clairement que l'on sait que l'épithélium des canalicules présente des caractères différents suivant les divers points de son étendue, mais elle prouve aussi que ces caractères eux-mêmes ne sont connus que d'une façon assez sommaire. Cela n'a rien de bien étonnant car Mihákovics étudiait surtout le développement de l'appareil uro-génital, et ses matériaux, fixés par le liquide de Müller, ou la liqueur de Kleinenberg, n'étaient sans doute pas très favorables à des observations d'histologie fine. Les moyens optiques qu'il indique sont d'ailleurs complètement insuffisants. Je ferai remarquer d'autre part que la distinction des deux segments des tubes en segment sécréteur et segment excréteur¹⁾ n'est basée que sur des preuves peu concluantes. Les cellules des segment dit excréteur loin de rester indifférentes, prennent part elles aussi dans une large mesure à la sécrétion; la note que j'ai publiée et les faits que je vais décrire plus loin ne laissent aucun doute à cet égard.

Quand on examine à l'aide d'un faible grossissement (80 à 100 diamètres) des coupes transversales portant sur le rein primitif entier d'un embryon jeune, d'un lapin de 12 à 13 jours par exemple, on peut

¹⁾ Cette épithète aurait ici un sens tout autre que celui qui doit lui être attribué dans le langage histologique. Elle signifie que l'épithélium de ce segment ne joue aucun rôle actif dans le fonctionnement de la glande et n'est qu'un épithélium de revêtement.

constater sans peine les différents détails que je viens de signaler. On voit les nombreuses surfaces de section des canalicules, leur forme et leur étendue, variables suivant que le rasoir a atteint les sinuosités des tubes dans un sens ou dans l'autre, enfin on remarque que les cellules qui circonscrivent leur lumière ne se présentent pas partout sous le même aspect. Tantôt le revêtement épithélial est assez fortement teinté, tantôt au contraire il est clair. Je dois avouer que les différences de calibre correspondantes à ces deux apparences si tranchées de l'épithélium ne sont pas toujours des plus évidentes; il faut pour bien les apprécier porter son attention sur des sections perpendiculaires à la direction du tube et alors on reconnaît que, d'une façon générale, à une lumière étroite correspond un épithélium clair et à une lumière large un épithélium sombre (c'est justement le contraire de ce que dit Mihákovics). Toutefois il y a des exceptions; il n'est pas rare de rencontrer des endroits dont le diamètre est sensiblement le même et qui possèdent cependant un épithélium différent. Par contre, un fait qui ne souffre pas d'exception c'est que toujours la partie du tube qui s'ouvre dans le canal de Wolff est tapissée d'éléments clairs, tandis que celle qui fait suite à la capsule de Bowman est revêtue d'éléments foncés. Il y a lieu de remarquer aussi que la répartition de ces deux segments est assez régulière pour que les uns et les autres se retrouvent toujours de préférence dans les mêmes régions de la glande. Les segments à épithélium foncé s'observent surtout dans le centre et du côté ventral de l'organe; les segments à épithélium clair se rencontrent du côté dorsal et aussi tout à fait à la périphérie, séparés seulement de l'épithélium du coelome par une mince couche de mésenchyme et quelques capillaires.

Je n'ai pas cherché à savoir si réellement chaque canalicule n'est décomposable qu'en deux portions, si, en d'autres termes, il n'y a pas un plus grand nombre de segments à épithélium clair et à épithélium foncé se succédant les uns aux autres. Tout ce que je puis dire c'est que dans les stades jeunes il n'en existe que deux se comportant ainsi que l'ai indiqué. Plus tard la complication est telle qu'il est difficile de se prononcer. Au surplus cette question, pour importante qu'elle soit, n'a pas grand intérêt au point de vue histologique, puisqu'il est

certain: 1^o qu'il n'y a que deux sortes d'éléments cellulaires caractérisés, grossièrement, par leur aspect clair ou foncé, 2^o que les uns s'observent constamment dans la portion du tube qui fait suite à la capsule, les autres dans la portion qui débouche dans le canal de Wolff, et enfin 3^o que ces deux sortes ne sont jamais mélangées, sauf une rare exception que je signalerai en temps et lieu.

Ce sont là les seuls renseignements que les faibles grossissements peuvent fournir, il faut dès maintenant employer les objectifs à immersion. Je vais passer en revue successivement les caractères des cellules dans les deux segments du canalicule, que je désignerai respectivement sous les noms de: *segment post-glomérulaire*¹⁾, représentant le segment large, sécréteur, des auteurs; et *segment terminal* ou *collecteur* qui correspond au segment étroit ou excréteur. Ces épithètes me semblent plus convenables, parce qu'elles ne préjugent ni du mode d'activité du revêtement cellulaire, ni des dimensions respectives de chacun des segments, dimensions qui, ainsi que je l'ai indiqué, ne sont pas toujours dans un rapport inverse.

I. Segment post-glomérulaire.

Le fait qui frappe le plus quand on examine un certain nombre de coupes intéressant le segment post-glomérulaire c'est la diversité des aspects sous lesquels se présente son revêtement épithélial, diversité qui contraste singulièrement avec les dispositions si uniformes que l'on est habitué à rencontrer dans la plupart des autres glandes. A première vue on serait tenté de croire que l'on a sous les yeux des éléments d'espèce différente, mais quand on a analysé plus à fond et comparé attentivement les détails, on acquiert la conviction qu'en réalité ils appartiennent à la même famille, seulement qu'ils ne sont pas tous dans le même état. C'est qu'en effet ces cellules élaborent dans leur sein une substance spéciale dont elles se débarrassent ensuite; en d'autres termes elles sécrètent et excrètent très activement. La lumière des tubes est encombrée par cette substance dont l'origine est facile à déterminer puisqu'on la voit, pour ainsi dire, sortir des cellules.

¹⁾ Le *segment glomérulaire* n'est autre que la capsule de Bowman.

Il en résulte que celles-ci, ainsi que cela arrive pour tous les éléments glandulaires, passent par une série de transformations qui commencent avec l'apparition et finissent avec la mise en liberté du produit sécrété. Dans l'introduction de ce travail j'ai suffisamment insisté sur la valeur que j'accorde aux mots sécrétion et excrétion et sur la part qui revient à chacun de ces deux phénomènes, aussi n'en parlerai-je plus. J'ai dit aussi comment, en se basant sur la définition même de la sécrétion, Van Gehuchten interprète les expressions de: cellule au repos, cellule en activité. Le terme de cellule au repos a une signification purement conventionnelle. Jamais une cellule quelle qu'elle soit, et tant qu'elle est vivante, ne cesse d'être active, seulement elle peut l'être plus ou moins, et elle peut l'être aussi de diverses façons. Dans un élément glandulaire, par exemple, la sécrétion sera pauvre ou abondante; l'excrétion se fera d'une manière à peine sensible ou avec énergie, et tous les degrés seront possibles. Il convient donc de distinguer une activité sécrétoire et une activité excrétoire, par suite un état de repos correspondant à chacune de ces deux phases. On comprend très bien que les caractères extérieurs de la cellule seront susceptibles d'éprouver des variations nombreuses, et que les aspects que le microscope nous révélera pourront être très différents suivant l'état dans lequel elle se trouvait au moment où les réactifs l'ont fixée. Il arrivera dans certains cas que, la sécrétion étant à son minimum d'intensité, et l'excrétion ne se faisant pas, l'élément paraîtra inactif. En fait cependant il élabore le produit de sécrétion mais pas avec assez d'énergie pour que le phénomène se traduise par une modification appréciable de ses caractères. Au point de vue de la sécrétion le repos de la cellule sera donc seulement relatif, mais au point de vue de l'excrétion le repos sera réel et complet. Parmi les éléments glandulaires du rein primitif beaucoup sont dans ce cas et je les appellerai, *cellules au repos*, voulant uniquement dire par là que ces cellules *n'excrètent pas*. Les autres au contraire expulsent le produit qui se constitue dans leur intérieur, ce sont des *cellules en activité*, quant à l'excrétion. Dans ce dernier cas les transformations morphologiques des cellules sont le résultat de l'élimination du produit sécrété. Celui-ci peut se refaire au fur et à mesure qu'il disparaît de la cellule;

à ce point de vue telle cellule peut être au repos, telle autre en activité. J'estime cependant que dans le corps de Wolff les éléments des canalicules sécrètent d'une façon continue et que par conséquent on n'en rencontre pas qui soient dans l'état de repos sécrétoire.

Cellules au repos. (Fig. 1, 2, 3, 14, 16, 23).

Les cellules qui n'excrètent pas se présentent généralement sous la forme de cellules cylindriques (en réalité prismatiques). Assez souvent leur étendue dans le sens transversal est plus considérable que leur hauteur; elles se montrent alors sur les coupes comme des rectangles allongés. Par leur extrémité profonde ces éléments, ainsi du reste que ceux de n'importe quelle région du canalicule, reposent sur une membrane mince, véritable paroi propre du tube, de nature endothéliale. Dans les coupes bien orientées cette membrane se manifeste sous l'aspect d'une ligne étroite sur le trajet de laquelle apparaît de distance en distance un noyau allongé et saillant au dehors. Par des dissociations on peut se convaincre qu'elle est formée de grandes cellules lamelliformes, polygonales, juxtaposées par leurs bords et munies d'un large noyau discoïde, généralement central.

Les limites latérales des éléments glandulaires, sans être très accentuées, ne sont cependant jamais absolument indistinctes, et l'expression de lame diffuse de protoplasma, appliquée par Mihalkovics au revêtement épithélial, ne conviendrait nullement, du moins si l'on ne tient compte que de coupes traitées de la façon que j'ai indiquée. En se plaçant dans ces conditions il est toujours facile de déterminer exactement les contours de chaque territoire cellulaire.

Ce qui est beaucoup plus important et attire immédiatement l'attention c'est la face superficielle, libre, des cellules. Elle est le plus souvent bombée, exceptionnellement plane, et porte une rangée de bâtonnets rigides et indépendants les uns des autres, dont l'ensemble constitue ce que l'on a appelé une *bordure en brosse*. La ligne de démarcation entre cette bordure et le corps protoplasmique est toujours nettement indiquée; je dirai tout à l'heure comment. L'existence de bâtonnets est caractéristique des cellules du segment post-glomérulaire; toutes en possèdent, tandis que ce n'est que d'une façon

tout à fait exceptionnelle, qu'on en observe sur quelques éléments du segment collecteur (fig. 35).

Lorsqu'on étudie attentivement une coupe colorée au noir-noyau ou à l'induline, on constate sans difficulté que les bâtonnets sont parfaitement individualisés et isolés les uns des autres dans toute leur étendue, sans interposition d'aucune substance intermédiaire. Ils sont rectilignes et leur surface est lisse, mais ils ne sont pas tous parallèles entre eux. Il n'est pas rare, en effet, d'en voir qui, au lieu d'être implantés verticalement sur la surface du corps cellulaire, sont obliques et tendent pour ainsi dire à se coucher sur leurs voisins. Parfois tout un groupe de bâtonnets est ainsi déplacé. En l'absence de preuves directes je ne puis dire si ce fait est dû à ce que les bâtonnets sont susceptibles de se mouvoir pendant la vie; mais on peut l'attribuer aussi à des causes accidentelles, car il n'est pas douteux qu'une pression légère, le contact du produit de sécrétion qui circule librement dans la lumière du tube, par exemple, puisse en quelque sorte bousculer des appendices aussi délicats. Il est à remarquer en outre que ces déplacements ont lieu sans que les bâtonnets perdent rien de leur rectitude, sans qu'ils se courbent, et la conclusion à en tirer est qu'ils jouissent d'une solidité assez considérable.

La longueur des bâtonnets paraît surtout variable quand on compare des préparations provenant d'embryons d'espèce différente, tandis que dans un même organe elle est sensiblement la même partout, ou ne présente que des écarts insensibles d'une cellule à l'autre. Si l'on considère maintenant les bâtonnets d'une seule et même brosse on voit qu'ils ne sont pas tous également longs, quelques-uns dépassant leurs voisins d'une quantité parfois très appréciable.

Dans tous les cas j'ai pu constater avec certitude que l'extrémité interne des bâtonnets est parfaitement libre et sans aucune connexion avec les bâtonnets adjacents; elle n'est non plus jamais effilée, ni renflée; le bâtonnet conserve invariablement le même calibre et se termine brusquement.

Quant aux rapports qu'affecte l'extrémité basale vis à vis du protoplasma cellulaire, ils varient de diverses manières. Dans le cas le plus simple, et aussi le moins fréquent (fig. 4 et 18) une strie

étroite et foncée sépare la brosse du corps protoplasmique; les bâtonnets s'implantent sur elle, et je n'ai jamais pu en voir davantage. Plus souvent il est facile de remarquer que la ligne de démarcation au lieu d'être uniforme, est constituée par une série de grains disposés sur une seule ligne les uns à côté des autres (fig. 23) et se touchant presque. Chacun de ces grains correspond à la base d'un bâtonnet et peut être considéré comme un renflement terminal de celui-ci. Enfin, et sans vouloir l'affirmer positivement, je crois qu'ils ne sont pas reliés les uns aux autres par des trabécules ou par une membrane, ou pour mieux dire il m'a semblé que le réseau protoplasmique sous-jacent n'avait subi au niveau des interstices de ces grains aucune différenciation spéciale.

Les dispositions sont plus compliquées dans la majorité des cellules au repos (fig. 1, 2, 3). La limite de séparation est accusée alors non plus par une seule ligne, mais par deux stries assez épaisses, parallèles l'une à l'autre et séparées par un intervalle appréciable. Ces stries sont notablement plus colorées que le protoplasma, et sous ce rapport se rapprochent des bâtonnets. La plus superficielle des deux paraît quelquefois ponctuée, chacun des points correspondant à un bâtonnet; il n'en est pas cependant toujours ainsi et elle forme alors un trait continu et régulier. L'espace compris entre elle et la strie profonde est toujours relativement clair, et deux cas peuvent se présenter: ou bien il est libre dans toute son étendue et uniformément teinté, ou bien il est occupé par une série de grains placés les uns à côté des autres et séparés par des vides étroits. Ces grains sont sur le prolongement des bâtonnets de sorte que ces derniers se trouvent rattachés à la zone limite profonde (fig. 2). Il est très probable que ces deux aspects, à première vue très différents, se rattachent à une disposition morphologique identique. Dans le premier cas la pièce basale des bâtonnets s'est élargie au point que chacune d'elles touche sa voisine et qu'il n'est plus possible de les distinguer les unes des autres; l'espace compris entre les stries-limite paraît homogène. On comprend facilement comment, par un phénomène inverse du précédent, les interstices compris entre les grains réapparaissant, l'individualité de ceux-ci devient évidente. Si cette interprétation est exacte il

resterait à savoir sous quelles influences se produit l'un ou l'autre des deux états.

Telle est la disposition des bordures en brosse sur des coupes qui ont atteint la cellule perpendiculairement à sa surface. L'examen de coupes tangentielles démontre que les bâtonnets occupent toute la face libre du corps cellulaire. Par ce moyen on les voit en coupe optique sous la forme de points isolés indépendants les uns des autres. Les stries-limite sont sans aucun doute l'expression d'une condensation périphérique du réticulum protoplasmique disposée en deux couches superposées, d'une membrane en un mot, mais je dois avouer que malgré toute mon attention je n'ai pu, sur des vues de face, reconnaître avec certitude leur structure.

J'arrive maintenant à l'étude du protoplasma et du noyau des cellules au repos. Il y a peu de choses à en dire et leurs caractères restent essentiellement les mêmes quand l'excrétion se fait activement.

Protoplasma. Le protoplasma est constitué par un réticulum dense (fig. 2), d'où son aspect foncé bien différent en général de l'aspect du protoplasma des éléments du segment collecteur. Dans la partie profonde de la cellule on observe parfois une striation très marquée; les travées du réseau y sont plus distinctes, orientées parallèlement les unes aux autres (fig. 1), et circonscrivent des mailles plus larges, irrégulières. Cette striation n'existe pas avec la même évidence dans toutes les cellules et même un grand nombre paraît en être totalement dépourvue. Je ne l'ai jamais vue si accusée que dans certains éléments du segment collecteur (fig. 27).

Dans ses couches superficielles le protoplasma présente également dans certains cas une disposition remarquable que j'ai signalée dans ma note de 1888 (fig. 2). La zone immédiatement sous jacente à la strie-limite profonde est formée par des filaments assez épais séparés les uns des autres par des espaces clairs et j'avais pensé que ces filaments pouvaient être considérés comme des prolongements intraprotoplasmiques des bâtonnets de la bordure. Aujourd'hui que j'ai pu examiner ces détails plus à fond, grâce aux objectifs apochromatiques, je dois reconnaître que cette continuité ne me paraît pas certaine. Ce qu'il y a de sûr c'est que les stries protoplasmiques sont en moins

grand nombre que les bâtonnets, et qu'en outre, très souvent, il est impossible d'en voir la moindre trace (fig. 1, 3, 4, 14). Le réseau reste alors dense jusque contre la strie-limite profonde sans rien présenter de spécial. Quelquefois cependant, et cela s'observe de préférence sur les pièces fixées par l'acide osmique (fig. 4), la zone superficielle est plus compacte et forme une bande sombre qui se fond insensiblement avec le reste du corps cellulaire.

Le protoplasma des cellules ou repos est creusé presque constamment de vacuoles; il est tout à fait exceptionnel qu'il n'en renferme point. Ces vacuoles, de taille variable, sont surtout abondantes dans la moitié interne du corps cellulaire et s'y montrent parfois sous forme d'un véritable semis de fines gouttelettes sphériques. On en trouve aussi de disséminées çà et là dans la zone profonde. Elles sont constituées par une substance homogène, faiblement teintée par les réactifs tels que le krystalviolet, le noir-noyau etc., et représentent, à n'en pas douter, le produit de la sécrétion élaboré et accumulé petit à petit dans les mailles du réticulum. Leur présence est donc un indice de l'activité de la cellule, activité plus ou moins énergique mais toujours appréciable. Il ne faut pas oublier en effet qu'il s'agit ici de coupes, et que par conséquent l'on n'a sous les yeux que des portions de cellules, qui peuvent être dépourvues de vacuoles alors que les portions voisines en renferment.

Indépendamment de ces vacuoles le protoplasma contient: 1^o de fines granulations qui paraissent libres et ne présentent pas de réactions spéciales. 2^o Des gouttelettes souvent volumineuses d'une substance qui se colore en noir-verdâtre sous l'influence de l'acide osmique, et sans doute est de nature graisseuse. Ce fait s'observe surtout chez des embryons relativement âgés mais dont le rein primitif est en pleine activité. Est-il en rapport avec la régression des cellules? C'est possible, mais non certain, car aucun autre indice ne permet de penser que la vitalité de ces éléments est compromise.¹⁾

¹⁾ J'ai fait remarquer plus haut que la présence de corps gras dans des cellules glandulaires n'était pas forcément un signe de dégénérescence. J'ai cité, comme exemple nouveau à l'appui, la glande lacrymale de la souris. Je signalerai encore les éléments des canalicules du rein primitif en voie de développement chez de

Chez plusieurs embryons de lapin j'ai observé certains segments post-glomérulaires composés presque entièrement de cellules dont le protoplasma était envahi par de grandes vacuoles (fig. 17 et 18), et se trouvait en grande partie réduit à de minces cloisons séparant celles-ci les unes des autres. Parmi ces éléments quelques uns seulement excrétaient (fig. 18), les autres avaient gardé intacte leur bordure en brosse. En même temps le noyau de ces cellules si remarquables avaient acquis des caractères particuliers que j'indiquerai dans un instant.

Noyau. Dans tous les éléments du segment post-glomérulaire aussi bien que dans ceux du segment collecteur la constitution du noyau paraît identique (je ne parle pas pour le moment des noyaux en voie de dégénérescence); sa forme seule est variable. Il suffit de jeter un coup d'œil sur les dessins des planches annexées à ce travail pour se convaincre que l'aspect qu'il présente est partout le même, quel que soit l'état fonctionnel de la cellule considérée. On remarque d'abord que le noyau est très volumineux relativement aux dimensions du corps cellulaire; qu'il est sphérique ou plus ou moins allongé dans un sens ou dans l'autre, et qu'enfin il peut être déformé par une vacuole qui le touche et le comprime (fig. 8, 16). Il est limité par une membrane d'enveloppe assez épaisse indiquée par un double contour nettement accusé. La chromatine qu'il renferme est assez abondante et à l'état de grains, répartis sur les travées d'un réticulum délicat. Parmi ces grains il y en a toujours un ou deux beaucoup plus volumineux que les autres et figurant de véritables nucléoles chromatiques.

Les cellules si étrangement vacuolées des figures 17 et 18 possèdent des noyaux dont les caractères sont passablement différents. Je les consignerai ici uniquement parce que ces éléments sont pour la plupart au repos, mais après avoir fait observer au préalable que je ne suis pas fixé sur leur signification. Il peut se faire que ce soit des éléments au terme de leur évolution, on altérés par une cause que

jeunes larves de Salamandre, éléments qui renferment souvent des gouttelettes noircies par l'acide osmique. Or il n'est pas question ici d'un organe destiné à disparaître, comme chez les Mammifères, puisqu'on sait que le corps de Wolff des Amphibiens persiste chez l'adulte et fonctionne pendant toute la vie.

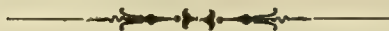
je ne connais pas. Quoiqu'il en soit leur noyau a un aspect finement grenu et est uniformément teinté en gris-rosé par la phénosafranine. Son contour n'est plus limité que par une seule ligne, et le réticulum, si évident dans les autres noyaux, n'est plus représenté que par quelques rares tractus. Quant à la chromatine elle est réduite à un ou deux gros nucléoles. A côté des cellules dont le noyau est ainsi modifié il en est d'autres dans lesquelles il a disparu. La cellule de droite dans la fig. 17 en offre un exemple. On voit, et je me suis assuré du fait en suivant la série des coupes, qu'elle n'a pas de noyau. Seulement dans un certain endroit il y a deux sphérules de chromatine plongées dans une zone légèrement grenue, presque homogène tandis qu'ailleurs le protoplasma est finement réticulé. Cette zone ne constitue certainement pas un noyau, rien ne la sépare du protoplasma ambiant avec lequel elle se continue; elle n'en est, avec les deux grains de chromatine, qu'un reste. Il semble, en un mot, que le noyau se soit pour ainsi dire dissous sur place; ses éléments nucléiniens plus résistants se sont conservés, alors que ses autres parties constituantes ont subi des transformations telles que leur individualité est devenue méconnaissable.

Avant de passer à l'étude des cellules à l'état d'activité je veux dire deux mots de la façon dont le segment post-glomérulaire se continue avec la capsule de Bowman ou segment glomérulaire du canalicule Wolffien. C'est un détail qui peut être facilement apprécié quand les éléments sont à l'état de repos. On sait que la capsule de Bowman, aussi bien dans le rein primitif que dans le rein permanent, forme au glomérule une sorte de coiffe à deux feuillets, l'un proximal, dont je ne m'occuperai pas, immédiatement appliqué sur les anses capillaires, l'autre distal qui se continue avec le précédent d'une part, et avec le canalicule proprement dit d'autre part. La transition avec ce dernier se fait insensiblement, sans qu'il y ait ce rétrécissement que l'on a appelé dans le rein adulte le collet du glomérule. L'épithélium du segment post-glomérulaire se prolonge sur une certaine étendue pour former le feuillet distal, ses éléments conservant les mêmes caractères, y compris leur bordure en brosse. Seulement ils deviennent de plus en plus bas et se rapprochent petit à petit de la forme

lamellaire qu'ils acquièrent complètement en un endroit qui correspond à peu près à l'équateur de la sphère capsulaire, c'est à dire à égale distance du point d'entrée des vaisseaux et du point où le canalicule est supposé s'unir avec la capsule.¹⁾ A partir du moment où l'épithélium capsulaire est devenu plat son revêtement de bâtonnets disparaît.

¹⁾ Cette disposition s'observe aussi dans le rein définitif embryonnaire chez tous les animaux dont j'ai étudié le corps de Wolff. Il est remarquable qu'elle se retrouve à l'état adulte, chez certains Mammifères, chez la souris entre autres, que Benda (Anat. Anz. 1887) recommande comme étant particulièrement favorable à l'étude de la transition de l'épithélium des tubes contournés avec l'épithélium capsulaire. J'ai fait quelques préparations qui me permettent de confirmer entièrement la description de Benda et qui m'ont fait voir des détails semblables à ceux qui existent dans le rein primitif.

(à suivre.)



Die Retina

von

W. Krause.

(Vorläufige Mitteilung.)

Zufolge der Schilderungen der Lehrbücher und ihrer schematischen Abbildungen hat die Ansicht die weiteste Verbreitung, dass die Retina jedes Tieres wenigstens in sich gleichartig gebaut sei, abgesehen von der Abnahme der Dicke der Schichten nach der Ora serrata hin und ähnlichen Differenzen.

Zerlegt man aber eine Anzahl Bulbi verschiedener Wirbeltiere ¹⁾ in Serienschritte, unter sorgfältiger Beachtung der topographischen Beziehungen (links — rechts, oben — unten u. s. w.), so erhält man eine ganz andere Vorstellung. Abgesehen von der *Fovea centralis*, die z. B. Taube und Katze besitzen, Huhn und Hund aber nicht, zeigt sich das bemerkenswerte Vorkommen von *Riesenganglienzellen der Retina*. Ich kenne sie von der Katze seit 1884, sie finden sich in allen Teilen, besonders auch im Hintergrund des Auges, beim Kalb z. B. 3 mm lateralwärts von der Papilla n. optici und zwar in regelmässigen doch keineswegs überall gleichen Abständen. Dass grosse und kleine Ganglienzellen dicht nebeneinander vorkommen, ist längst bekannt, beim Menschen schwanken die Durchmesser von 0,012 bis 0,028 mm ²⁾. Bei der Katze hingegen sind die gewöhnlichen Ganglienzellen 0,007—0,01, die Riesenganglienzellen 0,02—0,03 mm breit resp. lang, die Durchmesser also ca. 3 mal, das Volumen im Durchschnitt

¹⁾ Meine Untersuchungen sollten sich auf jede mir zugängliche Species der Wirbeltiere erstrecken, diejenigen über die Fische sind publiciert (diese Monatschrift. 1886. Bd. III; 1889. Bd. VI), die übrigen druckfertig, mit Ausnahme der Säugetiere.

²⁾ W. Krause, Handbuch der Anatomie. Bd. I. 1876. S. 164.

aber 25 mal grösser. Die Abstände liegen beispielsweise zwischen 0,1—0,6 mm, im Mittel betragen sie vielleicht 0,3 mm.

Zu dem Verlauf der Capillargefässe ergibt sich keine Beziehung, auch finden sich die grossen Zellen in anangischen Netzhäuten.

Am wichtigsten ist wohl die Erfahrung, dass die nächste chorioidealwärts von einer Riesenganglienzelle und zwar dicht an der spongiösen (oder inneren granulierten) Schicht gelegene Zelle der (inneren) Körnerschicht, welche Zellen mitunter als Spongioblasten bezeichnet werden, *ebenfalls sehr viel grösser ist und zwar in allen Tierklassen*, etwa mit Ausnahme der Fische. Dabei soll nicht etwa behauptet werden, und die oben angedeuteten Erfahrungen mit der Fovea centralis reichen aus, um vorsichtig zu machen, dass die Riesenganglienzellen auch bei allen Species vorkommen müssten. In der Litteratur finden sich hier und da Beweise vermöge naturgetreuer Abbildungen, dass die Riesenganglienzellen gesehen, wenn auch nicht verstanden sind. So bildet z. B. Borysiekiewicz¹⁾ eine unverkennbare Riesenzelle vom Leoparden ab und ich habe sie bei diesem Tiere ebenfalls gefunden.

Ob die Differenzen bei nahestehenden Arten phylogenetische Gründe haben, auf Abstammung oder aber, wie meistens angenommen wird, auf physiologischer Anpassung beruhen, ist eine noch offene Frage.

Bei dieser Gelegenheit mag bemerkt werden, dass die *Anastomosen* der protoplasmatischen Ausläufer benachbarter Ganglienzellen, welche seit Corti (1854) zweifelhaft gewesen sind, mit Hülfe der Methode von Cox²⁾ z. B. beim Kalbe sehr elegant dargestellt werden können. Sie sehen allerdings etwas anders aus als man erwartet haben könnte, weil die anastomosierenden Zellen teilweise in vergleichsweise erheblichen Entfernungen von einander liegen.

¹⁾ Untersuchungen über den feineren Bau der Netzhaut. Leipzig und Wien. 1887. S. 59. Fig. 90.

²⁾ Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde. 1890. D. XII. Nr. 15. S. 489.
— Jahresbericht f. d. ges. Medicin von Virchow u. Hirsch. 1891. Bd. I. S. 47.

Nouvelles universitaires.*)

Dr. Oppel, Assistent am anatomischen Institut in München ist zum Prosector in Freiburg i. B. ernannt worden.

Dr. A. Fortunatow, Docent der Anatomie in St. Petersburg ist zum ausserordentlichen Professor der Anatomie in Kasan ernannt worden.

Der o. Professor der Physiologie in Klausenburg, Dr. F. Klug ist zum Professor der Physiologie in Buda-Pest ernannt.

*) Nous prions instamment nos rédacteurs et abonnés de vouloir bien nous transmettre le plus promptement possible toutes les nouvelles qui intéressent l'enseignement de l'Anatomie et de la Physiologie dans les facultés et universités de leur pays. Le „Journal international mensuel“ les fera connaître dans le plus bref délai.

Errata.

La dernière ligne de la page 267 du 8^e fascicule et toute la page 268, la dernière ligne exceptée au lieu d'être imprimées *avant* la page 267, l'ont été après.

Die Abweichungen der Arteria obturatoria nebst Erklärung ihres Entstehens

von

S. Jastschinski,

Prosector der Kaiserlichen Warschauer Universität.

(Schluss.)

Indem wir nun zur Beschreibung der Abweichungen der A. obturatoria übergehen, wollen wir die Ursprungsstelle, den Verlauf und die Verzweigung derselben in der Beckenhöhle betrachten.

Ursprungsstelle der anomalen A. obturatoria.

Die anomale A. obturatoria entspringt aus einer der drei folgenden Quellen: 1. A. epigastrica inferior; 2. A. iliaca externa; 3. A. cruralis. Die A. obturatoria entspringt meistens aus dem centralen Teile der A. epigastrica inferior auf der Strecke von deren Ursprung aus der A. iliaca externa bis zur Höhe des Lig. Poupartii, seltener entspringt sie im Niveau dieses Bandes oder oberhalb desselben. Die höchste Ursprungsstelle der A. obturatoria, die ich Gelegenheit hatte zu beobachten, war 5 mm oberhalb des Poupart'schen Bandes, sowohl bei Kindern, als auch bei Erwachsenen.

Bei ihrem Ursprunge aus der A. iliaca externa geht die A. obturatoria unmittelbar oberhalb (hinter) der A. epigastrica inferior hervor; liegt aber die Ursprungsstelle der letzteren weit vom peripheren Ende der A. iliaca externa, so entspringt die A. obturatoria zwischen dem Lig. Poupartii und der A. epigastrica inferior.

Die Ursprungsstelle der A. obturatoria endlich aus der A. cruralis liegt unmittelbar unterhalb des Poupart'schen Bandes, oberhalb des Abganges der A. profunda femoris.

Der Durchmesser der A. obturatoria hängt von ihrem Ursprungs-orte ab: er ist grösser, wenn die A. obturatoria aus der A. iliaca externa oder cruralis stammt, oder aber aus dem centralen Teile der A. epigastrica inferior in der Nähe des Ursprunges der letzteren aus der iliaca externa.

In allen diesen drei Fällen erreicht ihr Durchmesser 4 mm; übertrifft somit sowohl den Durchmesser der normalen A. obturatoria, als auch der A. epigastrica inferior, welcher bei Erwachsenen durchschnittlich gegen 2,5 mm beträgt.

Entspringt die A. obturatoria aus der A. epigastrica in der Höhe des Lig. Poupartii, oder oberhalb desselben, so ist ihr Kaliber demjenigen der A. epigastrica und normalen A. obturatoria entweder gleich, oder geringer, nie jedoch grösser.

In der Mehrzahl der Fälle besteht eine anomale A. obturatoria ganz allein; bisweilen kommt jedoch auf derselben Seite eine dieselbe noch ergänzende normale vor, welche sich dann vor ihrem Eintritt in den Canalis obturatorius meistens mit der anomalen zu einem gemeinsamen Stämmchen vereinigt. Endlich kommen gleichzeitig auch zwei Anomalieen auf ein und derselben Seite zur Beobachtung, wobei eine Arterie aus der A. epigastrica inferior, die andere aus der A. iliaca externa entspringt, und beide, ebenso wie im vorerwähnten Falle, vor ihrem Eintritt in den Canalis obturatorius sich zu einem gemeinschaftlichen Stämmchen verbinden.

Die Häufigkeit des Auftretens von Anomalieen der A. obturatoria im allgemeinen und speciell ihrer verschiedenen Abarten (ihren Ursprungsstellen nach) verhält sich meinen Beobachtungen gemäss wie folgt: An 1034 Präparaten wurden im Ganzen $311 = 30\%$ Abweichungen gefunden; darunter Abweichungen aus der A. epigastrica inferior — $295 = 28,5\%$, aus der A. iliaca externa — $12 = 1,2\%$, aus der A. cruralis — $4 = 0,3\%$ (Tab. II).

Durchschnittlich gestaltet sich das Häufigkeitsverhältnis der Abweichungen dieser Arterie nach den Angaben der anderen Autoren¹⁾

¹⁾ Der Procentsatz der Abweichungen der A. obturatoria wird, wie wir unten sehen werden, vom Kindesalter beeinflusst. Ich bin nicht davon überzeugt, dass die Verfasser, welche Angaben über die Häufigkeit der Abweichungen dieser Arterie

fast ganz übereinstimmend mit unseren Zahlen; es wurden nämlich bei 2038 Beobachtungen 624 Abweichungen = 30,6% gefunden; darunter Abweichungen aus der A. epigastrica inferior — 580 = 29% und aus der A. iliaca externa — 26 = 1,2%.

Beim Vergleich des von uns gefundenen Procentsatzes der Häufigkeit von Abweichungen mit demjenigen der einzelnen Verfasser stellt es sich heraus, dass derselbe sich am meisten dem Procentsatz derjenigen Autoren nähert, welche über ein grosses Beobachtungsmaterial verfügten (Quain, Cloquet und Hoffmann s. S. 4).

Hesselbach's Procentsatz der Abweichungen übertrifft bedeutend (um 13%) den unsrigen, während der Hartmannsche und Brechetsche unserem wiederum um vieles (um 11%) nachsteht; genannte Verfasser fassen aber auch auf einer bedeutend geringeren Anzahl von Beobachtungen.

Gleichzeitiges Bestehen von Abweichung und normaler A. obturatoria auf ein und derselben Seite giebt meinen Beobachtungen zufolge 5,1%, nach Pfitzner — 1,7%, Quain — 1,4% und Krusche — 1,2%.

Gleichzeitige beiderseitige Anomalie giebt nach meinen Beobachtungen durchschnittlich 13,1%, nach Cloquet — 22,4% und nach Krusche — 17,5%.

Die Häufigkeit der Abweichungen der A. obturatoria wird augenscheinlich von verschiedenen Factoren beeinflusst und zwar vom Alter, Geschlecht, rechter und linker Seite.

Was den Einfluss des Alters betrifft, so ist aus Tab. II ersichtlich, dass Abweichungen häufiger im ersten Kindesalter (35,4%), darauf bei Embryonen (31,8%) und Erwachsenen (24%) vorkommen.

Die von uns gesehene grössere Häufigkeit von Abweichungen bei Kindern im Vergleich mit Embryonen ist möglicherweise durch ungleich zahlreiches Beobachtungsmaterial bedingt; dasselbe lässt sich aber nicht in Bezug auf das Vorwiegen des Procentsatzes der Abweichungen

machten, ausschliesslich nur Erwachsene untersuchten (und nicht auch Kinder), da keiner von ihnen sein Material in dieser Hinsicht genügend präcisirt. Da mir diese Ueberzeugung fehlt, glaube ich den Procentsatz der Abweichungen, die ich beobachtet, mit demjenigen der anderen Verfasser ohne Unterschied des Alters vergleichen zu dürfen.

T a b.

		Häufigkeit der Abweichungen ohne Unterschied der rechten und linken Seite						
		Zahl der unter- suchten Präparate	Zahl der Ab- weichungen nach ihrer Ur- sprungsstelle			% der Abweichungen nach der Ursprungsstelle		
			A. epig. inf.	A. iliaca ext.	A. cru- ralis	A. epig. inf.	A. iliaca ext.	A. cruralis
Häufigkeit der Abweichungen ohne Unter- schied des Geschlechts und Alters . .		1034	295	12	4	28,5 %	1,2 %	0,3 %
Häufigkeit der Abweichungen nach Altersstufen	bei Embryonen . .	88	28	—	—	31,8 „	—	—
	bei Kindern . .	542	176	10	2	33,9 „	1,2 „	0,3 „
	bei Erwachsenen .	404	93	2	2	23 „	0,5 „	0,5 „
Häufigkeit der Ab- weichungen beim männlichen Geschlecht	bei Embryonen . .	26	8	—	—	30,7 „	—	—
	bei Kindern . .	256	94	8	1	36,7 „	3,1 „	0,3 „
	bei Erwachsenen .	180	48	—	1	26,6 „	—	0,6 „
Häufigkeit der Ab- weichungen beim weiblichen Geschlecht	bei Embryonen . .	62	20	—	—	32,2 „	—	—
	bei Kindern . .	286	80	2	1	28 „	0,6 „	0,3 „
	bei Erwachsenen .	224	45	2	1	20 „	0,8 „	0,4 „
Gleichzeitiges Be- stehen von Abweichung und nor- maler A. obturatoria auf ein und derselben Seite	bei Embryonen . .	88	4	—	—	4,5 „	—	—
	bei Kindern . .	542	48	—	—	9,3 „	—	—
	bei Erwachsenen .	404	6	—	—	1,2 „	—	—
Gleichzeitige beiderseitige Ab- weichungen	bei Embryonen . .	44	9	—	—	20,4 „	—	—
	bei Kindern . .	271	60	—	—	22,1 „	—	—
	bei Erwachsenen .	202	9	—	—	4,5 „	—	—

II.

Häufigkeit der Abweichungen auf der rechten Seite							Häufigkeit der Abweichungen auf der linken Seite						
Zahl der unter- suchten Präparate	Zahl der Ab- weichungen nach ihrer Ur- sprungsstelle			% der Abweichungen nach der Ursprungsstelle			Zahl der unter- suchten Präparate	Zahl der Ab- weichungen nach ihrer Ur- sprungsstelle			% der Abweichungen nach der Ursprungs- stelle		
	A. epig. inf.	A. iliaca ext.	A. cru- ralis	A. epig. inf.	A. iliaca ext.	A. cruralis		A. epig. inf.	A. iliaca ext.	A. cru- ralis	A. epig. inf.	A. iliaca ext.	A. cruralis
517	166	4	2	32,2%	0,7%	0,3%	517	129	8	2	24,9%	1,5%	0,3%
44	14	—	—	31,8 „	—	—	44	14	—	—	31,8 „	—	—
271	97	2	1	35,4 „	0,7 „	0,3 „	271	86	8	1	31,3 „	2,9 „	0,3 „
202	55	2	1	27,3 „	0,9 „	0,4 „	202	38	—	1	18,3 „	—	0,4 „
13	4	—	—	30,7 „	—	—	13	4	—	—	30,7 „	—	—
128	51	2	1	39,3 „	1,5 „	0,7 „	128	43	6	—	33,5 „	4,6 „	—
90	28	—	1	31,1 „	—	1,2 „	90	20	—	—	22,2 „	—	—
31	10	—	—	32,2 „	—	—	31	10	—	—	32,2 „	—	—
143	46	—	—	32,1 „	—	—	143	34	2	1	23,7 „	1,4 „	0,6 „
112	27	1	—	24,1 „	0,8 „	—	112	18	1	1	16 „	0,8 „	0,8 „
44	3	—	—	6,8 „	—	—	44	1	—	—	2,3 „	—	—
271	31	—	—	11 „	—	—	271	17	—	—	6 „	—	—
202	1	—	—	0,5 „	—	—	202	5	—	—	2,4 „	—	—

bei Kindern im Vergleich mit Erwachsenen sagen. Der grosse Unterschied im Procentsatz von Abweichungen bei beiden trotz gleich grosser Beobachtungszahlen weist darauf hin, dass dieser Unterschied keine zufällige, sondern eine constante Erscheinung ist. Ausserdem zeigt sich auch bei jeder anderen Gruppierung der Beobachtungen, die eine geringere Zahl umfasst, der Einfluss des Alters auf die Häufigkeit der Abweichungen in oben angeführtem Sinne; so kommen bei Kindern weiblichen und männlichen Geschlechts, einzeln genommen, Abweichungen häufiger vor ($40,1\%$ — $28,9\%$), als bei Erwachsenen entsprechenden Geschlechtes ($27,2\%$ — $21,2\%$); auf der rechten und linken Seite kommen bei Kindern im allgemeinen und speciell bei verschiedenen Geschlechtern Abweichungen häufiger zur Beobachtung, als bei Erwachsenen auf entsprechenden Seiten und bei demselben Geschlecht (s. Tab. I).

In Bezug auf die Abweichungsprocente im kindlichen Alter halte ich es für angemessen, ein wenig ausführlicher zu sein. Im ersten Kindesalter kommen Abweichungen der A. obturatoria ungleich häufig, je nach ihrer Lebensperiode vor; so wurden im Alter von der Geburt bis zum ersten Monate inclusive an 146 Präparaten, ohne Unterschied des Geschlechtes, 44 Abweichungen = $30,1\%$ beobachtet, vom ersten bis zum zweiten Monate an 171 Präparaten — 53 Abweichungen = $30,9\%$, vom zweiten bis zum dritten Monate an 102 Präparaten — 41 Abweichungen = $38,9\%$ und endlich bei Kindern über drei Monaten an 122 Präparaten — 43 Abweichungen = $35,6\%$.

Gestützt auf diese Zahlen scheint es möglich, anzunehmen, dass die Häufigkeit der Abweichungen der A. obturatoria unter dem Einflusse des Alters bis zum dritten Monate inclusive zu- und darauf wieder abnimmt, sodass sie bei Erwachsenen bis auf 24% herabsinkt.

Der Einfluss des *Geschlechtes* auf die Häufigkeit der Abweichungen zeigt sich prävalierend beim weiblichen (Tab. II). An 462 weiblichen Präparaten, ohne Unterschied des Alters wurden 160 Abweichungen = $34,6\%$ — und an 542 männlichen — 151 Abweichungen = $26,3\%$ gesehen. Bei Embryonen dagegen scheint, wenn wir den Unterschied von $1,5\%$ nicht als Resultat einer ungleichen Anzahl von Beobachtungen ansehen wollen, das männliche Geschlecht zu prävalieren. Bei Kindern und Erwachsenen einzeln genommen ist der Einfluss des

weiblichen Geschlechts vorwiegend (40,1% bei Mädchen und 28,9% bei Knaben; 27,2% bei Frauen und 21,2% bei Männern). Dieses Vorwiegen des weiblichen Einflusses zeigt sich auch bei der halben Zahl von Beobachtungen bei jedem Alter und Geschlecht. (Vergleiche rechte und linke Seite Tab. II).

Die Angaben von Quain, Cloquet, Schlobig und Krusche sprechen auch zu Gunsten des vorwiegenden Einflusses des weiblichen Geschlechtes auf die Häufigkeit der Abweichungen der A. obturatoria, was aus folgender Zusammenstellung erhellt:

	Männliches Geschlecht		Weibliches Geschlecht		Unterschied
	Zahl der Präparate	%	Zahl der Präparate	%	
Quain . . .	181	29,8	180	33,9	4,1 %
Cloquet . . .	250	24,4	250	31,4	12 „
Schlobig . . .	74	28,4	38	34,2	5,8 „
Krusche . . .	63	25,9	16	37,5	11,6 „
Jastschinski .	572	26,3	462	34,6	11,6 „
	1140	26,9	946	35,3	8,4 %

Krause¹⁾ Wyeth und Warwel sprechen dieselbe Ansicht aus.

Pfützner und Hesselbach dagegen beobachteten Abweichungen häufiger bei Männern, als bei Frauen. Ersterer sah an 157 männlichen Präparaten 38,8% Abweichungen und an 57 weiblichen — 35,6%; letzterer an 36 männlichen Präparaten 44,4% und an 28 weiblichen — 39,9%. Das Vorwiegen des männlichen Einflusses kommt folglich nach Pfützner durch 2,7% und nach Hesselbach durch 5,5% zum Ausdruck. Diese Schlüsse können aber mit vollem Recht als unbegründet betrachtet werden, da der erste genannte Verfasser über eine durchaus ungleiche Anzahl von Beobachtungen für jedes Geschlecht verfügte und der zweite überhaupt wenig Beobachtungen angestellt.

Der Einfluss der *rechten und linken Seite* auf die Häufigkeit der Abweichungen zeigt sich in folgender Weise: an 517 Präparaten der rechten Beckenhälfte kamen 172 Abweichungen = 33,2% zur Beobachtung und auf dieselbe Zahl der linken 139 Abweichungen = 26,8%;

¹⁾ Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. III. Anatomische Varietäten. Hannover. 1880. p. 176.

bei Embryonen auf jeder Seite — je 31,8 %; bei Kindern rechts — 36,4 %, Abweichungen und links 34,5 %; bei Erwachsenen rechts 28,6 %, links 18,7 % — also rechts um 9,9 % häufiger. Bei weiblichen Embryonen rechts und links je 30,7 % und bei männlichen Embryonen je 32,2 % jederseits. Wie ersichtlich, wiederholt sich bei Embryonen mit ungewöhnlicher Beständigkeit der gleiche Einfluss beider Seiten auf die Häufigkeit der Abweichungen der A. obturatoria.

Bei Kindern und Erwachsenen verschiedenen Geschlechtes einzeln genommen, zeigt sich der vorwiegende Einfluss der rechten Seite gegenüber der linken.

Kurz — bei verschiedener Gruppierung unserer Beobachtungen, die eine verschiedene Anzahl derselben umfasst, ergibt sich ein Vorwiegen der rechten Seite, das mit dem Alter immer zunimmt. Die Resultate von Schlobigs Untersuchungen stimmen mit den unsrigen in Bezug auf den Einfluss der Seiten auf die Häufigkeit der Abweichungen überein: an 56 rechtsseitigen Präparaten fand er 22 Abweichungen = 39,3 % und an der gleichen Anzahl von linksseitigen — 12 Abweichungen = 21,4 % — also rechts fast zweimal häufiger, als links. Dafür fanden aber

	Rechts		Links		Unterschied
	Zahl der Präparate	Zahl der Abweich.	Zahl der Präparate	Zahl der Abweich.	
Quain . . .	159	43 = 27 %	155	45 = 29 %	2 %
Hesselbach und	32	12 = 37,5 %	32	15 = 46,8 %	9,3 %
Pfützner . . .	105	35 = 33,3 %	105	36 = 34,2 %	0,9 %

Abweichungen häufiger auf der linken, als rechten Seite. Die Angaben der letzten drei Verfasser, namentlich diejenigen Quains, die auf einer grossen Anzahl von Beobachtungen gegründet sind, sprechen wie es scheint zu Gunsten eines unbeständigen Einflusses der Seiten auf die Häufigkeit der Abweichungen¹⁾.

¹⁾ Bei Haustieren sind Abweichungen der A. obturatoria nie beobachtet worden; bei einigen von ihnen, z. B. Wiederkäuern fehlt dieses Gefäss sogar ganz (Chauveau, Müller, Franck); sollte daher das Vorkommen von Anomalieen dieses Gefässes beim Menschen nicht der Ausdruck eines Fortschrittes seiner Organisation sein? Krusche und Pfützner sprechen sogar die Vermutung eines Rasseneinflusses auf die Häufigkeit der Anomalieen dieses Gefässes aus (l. c.)

Verlauf der anomalen A. obturatoria
und ihr Verhalten zum Schenkelringe und Schenkelbruch.

Bei Untersuchung des Verlaufes und Verhaltens der A. obturatoria zum Schenkelringe wollen wir einige Worte bezüglich des Schenkelringes selbst und seiner anatomischen Eigentümlichkeiten bei verschiedenen Geschlechtern vorausschicken.

Der Schenkelring wird begrenzt: vorn — vom Lig. Poupartii, hinten — vom Ramus horizontalis oss. pubis, und dem an dessen oberem Rande verlaufenden Lig. iliopubicum Cooperi; aussen — vom inneren Umfange der Schenkelvene und innen vom freien Rande des Lig. Gimbernati.

Der Schenkelring liegt oberhalb der inneren Oeffnung des Canalis obturatorius.

Eine senkrechte im Mittelpunkte der inneren Oeffnung des Canalis obturatorius errichtete Linie schneidet und teilt den Schenkelring in zwei fast gleiche Hälften bei Männern und zwei ungleiche Abschnitte bei Frauen — in einen inneren grösseren und äusseren kleineren. Dieses ungleiche gegenseitige Verhalten des Schenkelringes zum Canal. obturatorius bei Männern und Frauen hängt unter anderem von der grösseren Länge des Ramus horizontalis oss. pubis bei letzteren ab, weshalb bei ihnen das Foramen obturatorium mehr nach aussen als bei Männern zu liegen kommt.

Bei Frauen ist der Schenkelring breiter, als bei Männern. Nach Hesselbachs¹⁾ Messungen beträgt der Abstand zwischen Vene und freiem Rande des Lig. Poupartii 27 mm Frauen und 13 mm bei Männern; nach Velpeau²⁾ beträgt die Breite des Schenkelringes 66 mm bei Frauen und 54 mm bei Männern³⁾. An 50 (je 25 für jedes Geschlecht) von mir gemessenen Leichen betrug die Breite des Schenkelringes 26 mm bei Frauen (Maximum 38 mm, Minimum 16 mm) und 15 mm bei Männern (Maximum 30 mm, Minimum 12 mm).

¹⁾ Hesselbach, Disquisitiones anatomico-pathologicae de ortu et progressu herniarum. Göttingen. 1815. p. 14.

²⁾ Velpeau, Médecine opératoire. T. IV. p. 29.

³⁾ Aller Wahrscheinlichkeit nach hat der Autor die Lacuna vasorum gemessen, da die von ihm angeführten Zahlen zu gross für die Breite des Annulus cruralis sind.

Die geringere Breite des Schenkelringes bei Männern hängt einerseits von der geringeren Breite ihres Beckens (Malgaigne¹⁾), andererseits von der grösseren Breite des Lig. Gimbernati (Monro²⁾) ab. Hyrtl³⁾ bestimmt die Breite dieses Bandes bei Männern mit 6 Linien und bei Frauen mit 4 Linien. Nach unseren Messungen beträgt die Entfernung vom inneren Ende des Ramus horizontalis oss. pubis bis zur Mitte des freien Randes des Lig. Gimbernati bei Männern 43 mm (Maximum 52 mm, Minimum 40 mm) und bei Frauen 38 mm (Maximum 43 mm, Minimum 34 mm). Das Lig. Gimbernati erscheint als dreieckige fibröse Platte mit concavem freiem Rande, welche den spitzen Winkel zwischen dem Ende des Lig. Poupartii und dem horizontalen Aste des Schambeines ausfüllt.

Alle Autoren, auch den ersten, der dieses Band beschrieben — Gimbernati⁴⁾ nicht ausgenommen, sind untereinander darin einig, dass es genetisch ein Ganzes mit dem Poupart'schen Bande bildet: ein Teil der Faser des letztgenannten Bandes befestigt sich nämlich am Tuberculum pubis, während der andere fächerförmig sich ausbreitet und am Kamme des horizontalen Schambeinastes inseriert; dieser Faserteil bildet das Lig. Gimbernati.

In Bezug auf die der Form dieses Bandes und seiner Insertionspunkte bestehen unter den Autoren Meinungsverschiedenheiten.

Verpillat⁵⁾ nimmt an, dass der freie Rand des Lig. Gimbernati sich nach vorn (oben) und hinten (unten) zu Ausläufern verjüngt; er giebt als Länge des vorderen (oberen) Ausläufers 40—42 mm und als Länge des hinteren (unteren) — 22—27 mm an. Richet⁶⁾ spricht nur von einem hinteren Ausläufer und giebt als Länge desselben 15 bis 20 mm an. Obgleich andere Verfasser von Ausläufern des Lig. Gimbernati nicht sprechen, so lässt sich aus ihren Beschreibungen

¹⁾ Malgaigne, l. c. p. 284.

²⁾ Monro, Citirt nach Malgaigne, l. c. p. 284.

³⁾ Hyrtl, Handbuch der topographischen Anatomie. Bd. II. p. 393. Wien. 1857.

⁴⁾ Gimbernati, Nouvelle méthode d'opérer la hernie crurale. Archives generales de médecine. 1825. T. VII. p. 119.

⁵⁾ Verpillat, Nouvelle méthode pour le débridement de la hernie crurale. Paris. 1834. p. 7.

⁶⁾ Richet, Traité pratique d'anatomie medico-chirurgicale. Paris. 1860. p. 971. Deuxième édition.

dieses Bandes dennoch nicht ersehen, dass sie das Bestehen derselben in Abrede stellen.

Gimbernati, Verpillat, Richet, Malgaigne¹⁾, Hyrtl²⁾, Krause³⁾ u. a. geben an, dass dieses Band sich an die Crista pubis befestigt und sich auch mit dem Lig. pubicum Cooperi verbindet. Linhart⁴⁾, Jarjavay⁵⁾, Schmidt⁶⁾, Rüdinger⁷⁾, Tillaux⁸⁾ und andere nehmen als Insertionspunkt desselben die Fascia pectinea unterhalb des Lig. pubicum an.

An 16 von mir untersuchten Leichen fand ich das Lig. Gimbernati sowohl bezüglich seiner Form als auch Insertion immer gleichartig: indem es sich dem Tuberculum pubicum nähert, breitet sich nämlich das Lig. Poupartii aus; ein Teil seiner Fasern befestigt sich an genanntem Höcker und bildet die eigentliche Fortsetzung des Lig. Poupartii; der andere Teil, welcher sich fächerförmig ausbreitet, inseriert sich an verschiedenen Punkten: am inneren Ende der Crista pubis, am Lig. pubicum Cooperi und an der Fascia pectinea unterhalb der Crista pubis schräglinig von innen nach aussen. Infolge einer solchen Insertion des Bandes liegt die Basis seines freien Randes 1,5 cm vor und unterhalb der Crista pubis, während seitens der Bauchhöhle entsprechend der Insertion dieses Bandes eine Rinne entsteht, deren Tiefe in der Richtung zum freien Rande des Bandes allmählich zunimmt.

Die von Verpillat und Richet beschriebenen Bandhörner sind künstliche Bildungen; das Vorder- (Ober-)horn kann durch unvollständige Entfernung der vorderen Scheidewand der Schenkelgefäße entstehen, da dieselbe bekanntlich mit dem Ligg. Poupartii und Gimbernati eng verbunden ist; das Unterhorn dagegen repräsentiert einen Teil der Fascia pectinea, an welcher das Lig. Gimbernati sich inseriert. Durchschneidet man nämlich die Fascia pectinea quer in der Höhe der

¹⁾ Malgaigne, l. c. p. 282.

²⁾ Hyrtl, l. c. p. 393.

³⁾ Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. Hannover. 1879. p. 244.

⁴⁾ Linhart, Lehre von den Brüchen. St. Petersburg. 1881. p. 63. Russische Uebersetzung von Iwanoff.

⁵⁾ Jarjavay, Traité d'anatomie chirurgicale. Paris. 1853. T. II. p. 627.

⁶⁾ Schmidt, Handbuch der allgemeinen und speciellen Chirurgie von Pitha und Billroth. III. T. II. Bd. V. 3. Bauchbrüche. 1882. p. 391. Russische Uebersetz.

⁷⁾ Rüdinger, Topographisch-chirurgische Anatomie. Stuttgart. 1878. p. 28.

⁸⁾ Tillaux, l. c. p. 662.

unteren Fläche des Lig. Gimbernati und zieht man darauf das Lig. Gimbernati nach oben an, so nimmt der mit dem Lig. Gimbernati verbundene Abschnitt der Fascie eine mit ersterem gleiche Lage an und simuliert somit ein hinteres (unteres) Horn.

Nach diesen Bemerkungen über den Schenkelring und das Lig. Gimbernati, die mir für das richtige Verständnis ihrer verschiedenen Beziehungen zur A. obturatoria notwendig erschienen, gehe ich nun zur Beschreibung ihres Verlaufes und genannter Beziehungen über.

Verlauf und Verhalten der A. obturatoria zum Schenkelringe hängen von ihrer Ursprungsstelle ab.

1. Entspringt die A. obturatoria aus der A. cruralis, so dringt sie in den Schenkelkanal, nachdem sie die Scheide der Schenkelvene von aussen nach innen und hinten durchbrochen, entweder unter, oder vor der Vene; darauf verläuft sie in derselben Richtung am oberen Rande des horizontalen Schambeinastes, und nachdem sie über die Hälfte der Entfernung zwischen Vene und freiem Rande des Lig. Gimbernati zurückgelegt, wendet sie sich bogenförmig nach unten und aussen in die Kleinbeckenhöhle zum Canalis obturatorius.

Besteht ein Schenkelbruch, so liegt die Arterie unter ihm, jedoch nicht auf der ganzen Strecke seines hinteren Umfanges, sondern nur entsprechend seiner äusseren Hälfte, oder zwei Dritteln.

Diese Art der Abweichung der A. obturatoria kann beim Bruchschnitte verletzt werden, wenn zur Beseitigung der Einklemmung das Lig. iliopubicum incidiert, d. h. der Schnitt nach hinten (unten) geführt wird. Um eine solche Arterienverletzung zu vermeiden, muss das Lig. iliopubicum möglichst nahe dem Rande des Lig. Gimbernati getrennt werden.

2. Die aus der A. iliaca externa entsprungene A. obturatoria pflegt in gar keiner Beziehung zum Schenkelringe zu stehen. Nach ihrem Ursprunge richtet sie sich schief nach vorn, unten und innen zum Canalis obturatorius und kreuzt die vordere — innere, oder hintere — äussere Peripherie der V. iliaca externa. In diesem Falle liegt der Stamm der A. obturatoria aussen und hinter, vor seinem Eintritt in den Canalis obturatorius dagegen unter dem Schenkelringe.

3. Entspringt endlich die A. obturatoria aus der A. epicastrica inferior, so sind Verlauf und Beziehung zum Schenkelring verschieden, je nachdem aus welchem Teile der A. epigastrica sie hervorgegangen.

Stammt sie aus dem centralen Teile der A. epigastrica — zwischen deren Ursprung und Lig. Poupartii — so verläuft sie geradlinig nach unten und innen zum Canal. obturatorius, liegt am äusseren Umfange des Schenkelkanales und bildet mit der A. epigastrica einen spitzen Winkel. Entspringt sie aber im Niveau, oder oberhalb des Poupart'schen Bandes, so gelangt sie zum Canalis obturatorius nicht geradlinig, sondern hat einen *bogenförmigen* Verlauf — sie wendet sich nämlich zuerst nach oben, darauf nach innen, unten und aussen (Fig. II). Infolge eines solchen Verlaufes entfernt sie sich vom äusseren Umfange des Schenkelringes, indem sie dessen Mitte entsprechend, oder am inneren Umfange desselben zu liegen kommt.

Die Entfernung der A. obturatoria vom äusseren Umfange des Schenkelringes, oder mit anderen Worten der Annäherungsgrad derselben zur inneren Peripherie desselben, hängt von der Grösse des von ihr beschriebenen Bogens ab. Letztere wird wiederum ihrerseits von der Ursprungsstelle der Arterie mit Bezug auf das Lig. Poupartii bedingt; je höher nämlich über dem Lig. Poupartii ihr Ursprung, desto grösser der Bogen und umgekehrt — um so kleiner der Bogen, je grösser die Entfernung des Ursprunges der A. obturatoria vom Lig. Poupartii in der Richtung zur A. iliaca externa. Dagegen hat die Länge des gemeinschaftlichen Stämmchens der Aa. epigastrica und obturatoria keinen beständigen Einfluss auf das Verhalten letztgenannten Gefässes zum Schenkelringe, wie Langenbeck, Henle, Bardeleben u. a. annahmen. Verläuft die A. obturatoria am inneren Umfange des Schenkelringes, so begegnet sie auf ihrem Wege dem Lig. Gimbernati und steht zu letzterem in folgender Beziehung: an dem dem Lig. Poupartii anliegenden Teile dieses Bandes berührt die Arterie die obere (hintere) Fläche desselben (Lig. Gimbernati) und entfernt sich darauf vom Bande in dem Maasse, als sie sich der Crista pubis nähert, sodass in der Höhe des Schambeinkammes die Entfernung zwischen Arterie und Band bisweilen 17 mm erreicht. Ausserdem entfernt sich die Arterie nicht nach innen vom freien Rande des Lig. Gimbernati, son-

dem verläuft derart, dass ihr äusserer Umfang und der freie Rand dieses Bandes ein und derselben Sagittalfäche entsprechen, oder ersterer sogar noch weiter nach aussen gelegen ist.

Bei Kindern verhalten sich Verlauf der A. obturatoria und ihre Beziehungen zum Lig. Gimbernati ein wenig anders, als bei Erwachsenen: erstens ist bei ihnen der Bogen weniger ausgeprägt und zweitens verläuft die Arterie stets lateralwärts vom freien Rande des Bandes. Ferner kommen bei Kindern Fälle zur Beobachtung, in welchen die Art. obturatoria mit der A. epigastrica inferior einen stumpfen Winkel bildet.

Praktisch sehr interessant ist die Frage, wie häufig die A. obturatoria in der Mitte, an der äusseren und an der inneren Peripherie des Schenkelringes verläuft und welchen Einfluss in dieser Beziehung Alter und Geschlecht ausüben.

Tab. III zeigt, dass der Verlauf der A. obturatoria an der inneren Peripherie des Schenkelringes in 1,6%—7,3% vorkommt; bei Kindern ist ein solches Verhalten häufiger (5,8%—7,3%) als bei Erwachsenen (1,6%—3,1%).

Das männliche Geschlecht ist, was seinen Einfluss auf die Häufigkeit des Verlaufs der A. obturatoria an der inneren Peripherie des Schenkelringes betrifft, bevorzugt (3,1%—7,3%) gegenüber dem weiblichen (1,6%—5,8%), sowohl bei Kindern, als auch Erwachsenen.

Tab. III.

Geschlecht und Alter	Zahl der untersuchten Präparate	Zahl der Abweichungen der A. obturatoria, die aussen vom Ringe verlaufen	%	Zahl der Abweichungen der A. obturatoria, die entsprechend der Mitte des Ringes verlaufen	%	Zahl der Abweichungen der A. obturatoria, die an der inneren Peripherie des Ringes verlaufen	%
Mädchen	256	57	22,2	22	8,6	15	5,8
Knaben	286	46	16	13	4,5	21	7,3
Frauen	180	32	18	13	7,3	3	1,6
Männer	224	26	11,6	12	5,3	7	3,1

Am häufigsten verläuft die Arterie aussen vom Ringe (11,6% bis 22,2%), wobei das männliche Geschlecht einem dem ebengenannten

Falle entgegengesetzten Einfluss ausübt: bei Knaben und Männern verläuft sie nämlich seltener aussen vom Ringe (11,6%—16%), als bei Mädchen und Frauen (18%—22,2%).

In der Mitte des Schenkelringes verläuft die Arterie häufiger beim weiblichen (7,3%—8,6%), als beim männlichen Geschlecht (4,5% bis 5,4%).

Ein solches Verhalten der Arterie zum Schenkelringe ist eine beständige Erscheinung, gerechtfertigt durch allgemeine Gesetze der Arterienverzweigung, einige anatomische Eigentümlichkeiten des männlichen und weiblichen Beckens und Schenkelringes und endlich durch das verschiedene Verhalten des letzteren zur inneren Oeffnung des Canalis obturatorius bei verschiedenen Geschlechtern und Altersklassen.

Es ist bekannt, dass fast alle Arterienzweige von ihren Stämmen unter spitzen, in der Richtung der Blutbewegung im Hauptstamme offenen Winkeln entspringen. Ein solcher Ursprungsmodus der Zweige aus ihren Stämmen wird sogar an den sogenannten rückläufigen Arterien (*Arteriae recurrentes*), in denen das Blut in einer der Blutbewegung im Hauptstamme entgegengesetzten Richtung circulierte, beobachtet.

Es ist dies das erste Gesetz, dem sich die Arterien bei ihrer Verzweigung unbedingt unterwerfen. Das zweite Gesetz kommt darin zum Ausdruck, dass die Arterien bemüht sind, ihren Bestimmungsort *geradlinig* — auf dem kürzesten Wege zu erreichen (Tschausoff¹⁾). Die Bestätigung dieses Gesetzes wird aller Orten angetroffen; wenn auch Ausnahmen vorkommen, so sind dieselben jedenfalls nicht zahlreich und finden immer in localen anatomischen Bedingungen ihre Erklärung; so wird z. B. der bogenförmige Verlauf der *A. pudenda communis* dadurch bedingt, dass sie von den aus ihr entspringenden Zweigen, die zum Mastdarm und zum Perinaeum ziehen, dislociert wird; der geschlängelte Verlauf der *Aa. uterina* und *vesicalis* wird durch den periodisch schwankenden Umfang der von ihnen versorgten Organe bedingt u. s. w.

Um diesen beiden Gesetzen Rechnung tragen zu können, entspringt die *A. obturatoria* aus dem centralen Teile der *A. epigastrica*

¹⁾ M. D. Tschausoff, Anomalieen der *A. pudenda communis*. Anatomischer Anzeiger. 1886. S. 86—95.

— zwischen dem Lig. Poupartii und der Ursprungsstelle der letztgenannten Arterie aus der A. iliaca externa, da sie nur in diesem Falle mit der A. epigastrica inferior einen spitzen Winkel bildet und den Canalis obturatorius geradlinig erreicht. Die Grösse des Winkels ist umgekehrt proportional der Neigung der A. epigastrica nach innen, d. h. je grösser diese Neigung, desto kleiner der Winkel und umgekehrt. Die Neigung der Arterie ist jedoch auf ihrer ganzen Strecke nicht dieselbe: nach ihrem Austritte aus der vorderen — inneren Peripherie der A. iliaca externa richtet sie sich meistens nach innen, bisweilen fast parallel dem Lig. Poupartii und steigt dann plötzlich aufwärts. Dieser Wendepunkt nach oben entspricht fast immer dem Niveau des Poupart'schen Bandes und ist vom Tuberculum pubis 4,5 bis 7 cm bei Frauen und 2,5—6 cm bei Männern entfernt (Taranetzky¹⁾). Entspringt daher die A. obturatoria aus dem mehr nach innen geneigten centralen Teile der A. epigastrica, so bildet sie mit letzterer einen spitzen Winkel und hält dabei eine geradlinige Richtung nach innen und unten zum Canalis obturatorius ein. Dieser Weg der A. obturatoria liegt infolge der Lage ihrer Ursprungsstelle — lateralwärts und oberhalb des Canalis obturatorius — immer an der äusseren Peripherie des Schenkelringes.

Entspringt die A. obturatoria in der Höhe des Lig. Poupartii (Fig. A b) oder höher (e), so kann sie den Canalis obturatorius geradlinig erreichen (bo und eo), bildet aber dann mit der A. epigastrica einen stumpfen Winkel, was dem obenerwähnten Gesetze widerspricht. Um den Anforderungen desselben zu genügen, richtet sich die A. obturatoria anfangs nach oben und innen und erreicht dann bogenförmig den Canalis obturatorius (bjo ee'o). Infolge ihres bogenförmigen Verlaufes entfernt sie sich natürlich von dem äusseren Umfange des Schenkelringes und nähert sich dessen innerer Peripherie (ggg).

Indem die A. obturatoria somit der einen Anforderung genügt, kommt sie der anderen nicht nach — da sie ihren geradlinigen Verlauf ändert.

Obgleich solch eine Verletzung letzterer zu Gunsten ersterer im

¹⁾ Taranetzki, Topographische Beschreibung der Unterleibsgegend in engerem Sinne. Dissert. St. Petersburg. 1874. p. 34. Russisch.

Organismus wiederholt beobachtet wird, darf sie, wie wir bereits wissen, nicht als Norm aufgefasst werden.

Da normal die Zweige aus ihren Stämmen unter spitzen Winkeln entspringen und geradlinig verlaufen, so liegt darin die Erklärung für den häufigen Ursprung der A. obturatoria aus dem centralen Teile der A. epigastrica, folglich auch für ihren häufigeren Verlauf an dem äusseren Umfange des Schenkelringes.

Bei Frauen ist der Schenkelring breiter als bei Männern. Seine grössere Breite bei Frauen hängt, wie bereits oben gesagt, nicht allein von der grösseren Breite ihres Beckens, sondern auch von der geringeren Breite des Lig. Gimbernati als bei Männern, ab.

Nehmen wir an, dass bei Männern und Frauen die A. obturatoria in der Höhe des Lig. Poupartii entspringt und dass sie bei ersteren am inneren Umfange des Schenkelringes ver-

läuft, so wird sie bei letzteren infolge des angeführten Unterschiedes in der Breite des Schenkelringes auswärts von dessen innerem Umfange verlaufen.

Ausserdem liegt bei Frauen (Fig. B) ceteris paribus der von der A. obturatoria beschriebene Bogen mehr nach aussen (bdo), als bei Männern ($b'd'o$), was mit der mehr lateralen Lage der Ursprungsstelle der A. obturatoria bei ersteren zusammenhängt, (entspringt bei beiden

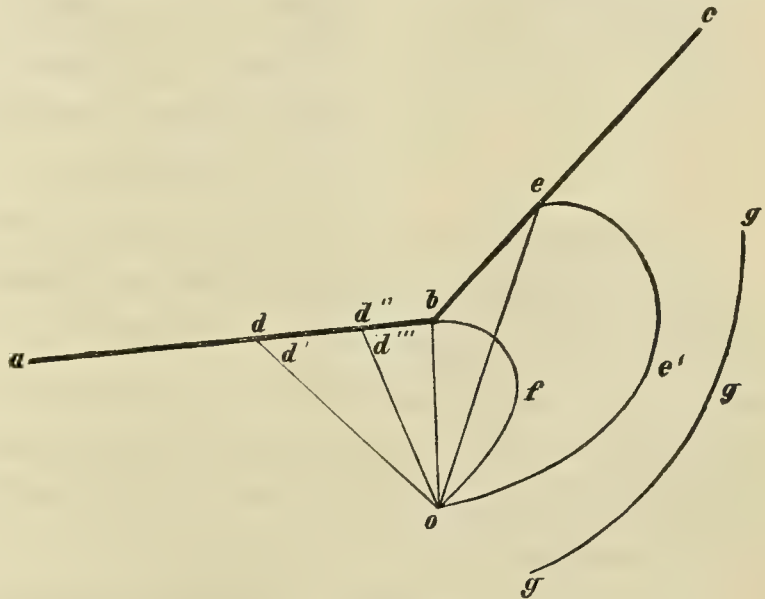


Fig. A.

abc A. epigastrica inferior; ab ihr centraler, nach innen geneigter Teil; bc ihr peripherer, oberhalb des Lig. Poupartii gelegener Teil; o canalis obturatorius; $do, d'o$ geradlinig verlaufende und mit dem centralen Teile der A. epigastrica spitze Winkel ($d'd'''$) bildende Aa. obturariae; bo im Niveau des Lig. Poupartii entspringende und geradlinig verlaufende A. obturatoria; bfo in gleicher Höhe entsprungene, aber bogenförmig verlaufende A. obturatoria; eo oberhalb des Lig. Poupartii entsprungene, geradlinig verlaufende A. obturat.; $ee'o$ dieselbe in gleicher Höhe entsprungene, aber bogenförmig verlaufende Arterie; ggg Lig. Gimbernati.

Geschlechtern die A. obturatoria im Niveau des Poupartschen Bandes, so liegt ihre Ursprungsstelle bei Frauen 4,5—7 cm, bei Männern dagegen 2,5—6 cm nach aussen vom Tuberculum pubis).

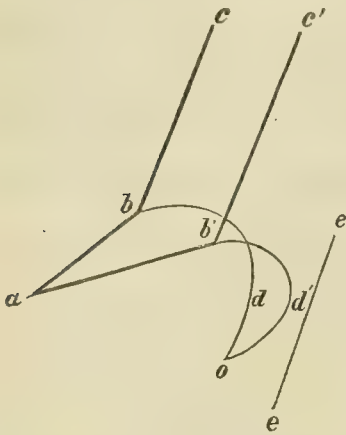


Fig. B.

abc A. epigastrica inferior bei Frauen; *ab'c'* A. epigastrica inferior bei Männern; *bdo* A. obturatoria bei Frauen; *b'd'o* A. obturatoria bei Männern; *o* Can. obturatorius; *ee* Rand des Lig. Gimbernati.

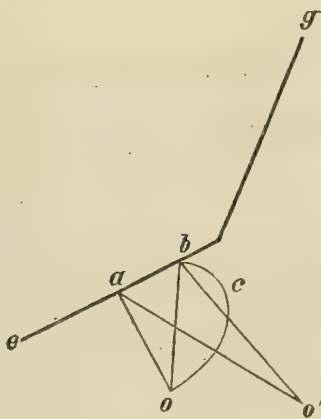


Fig. C.

eg A. epigastrica inferior; *o* Can. obturat. bei Frauen; *o'* Can. obturat. bei Männern; *ao* u. *bo* A. obturat. bei Frauen; *ao'* u. *bo'* A. obturat. bei Männern; *bco* bogenförmiger Verlauf der A. obturatoria bei Frauen.

weshalb bei ihnen im Vergleich mit Männern die A. obturatoria häufiger die Mitte des Schenkelringes kreuzt.

Schliesslich wird das Verhalten der A. obturatoria zum Schenkelringe noch von der verschiedenen relativen Lage der inneren Oeffnung des Canalis obturatorius bei beiden Geschlechtern beeinflusst. Bei Frauen liegt diese Oeffnung mehr nach aussen, als bei Männern (Fig. C), weshalb sich die A. obturatoria gleich nach ihrem Ursprung bei ersteren (*ao*) mehr nach unten senkt, als bei letzteren (*ao'*). Je näher die Ursprungsstelle der A. obturatoria zum Lig. Poupartii rückt, desto stärker ist die Neigung der Arterie nach unten (*bo* und *bo'*) und desto grösser wird der Winkel zwischen dieser Arterie und der A. epigastrica inferior. Da bei Frauen diese Winkelzunahme schneller vor sich geht, als bei Männern, so tritt bei ersteren früher der Fall ein, dass der Winkel ein stumpfer wird, und die Arterie infolge dessen einen bogenförmigen Verlauf annimmt (*bco*), während sie bei letzteren noch spitzwinklig abgeht und ihren geradlinigen Verlauf beibehält (*bo'*). Ist der hierbei beschriebene Bogen nicht gross genug, um den Schenkelring an dessen inneren Seite zu umgehen, so kann er doch genügend gross sein, um denselben mehr oder weniger seiner Mitte entsprechend zu schneiden. Da solche Bedingungen häufiger bei Frauen anzutreffen sind, so liegt eben darin der Grund,

Die verhältnismässig häufige Lage der A. obturatoria nach innen vom Schenkelringe bei Kindern findet darin ihre Erklärung, dass bei ihnen die innere Oeffnung des Canalis obturatorius mit dem freien Rande des Lig. Gimbernati fast in derselben Verticalen liegt, oder sogar noch mehr nach innen und die A. epigastrica gleichmässiger nach innen geneigt ist. Daher erreicht die A. obturatoria bei Kindern, selbst wenn sie in der Höhe des Lig. Poupartii entspringt, nicht selten geradlinig den Canal. obturatorius mit Beibehaltung ihres spitzen Winkels und verläuft dabei in geringer Entfernung vom Rande des Lig. Gimbernati.

Die Beziehungen der A. obturatoria zum Schenkelbruch sind dieselben, wie zum Schenkelringe, wenn die Arterie lateralwärts oder medianwärts von letzterem verläuft. Wie gestaltet sich aber das Verhältnis des Bruches zur Arterie, wenn dieselbe den Ring mehr oder weniger dessen Mitte entsprechend schneidet? Ich glaube, dass wenn nicht in allen, so wenigstens in der Hälfte solcher Fälle die Arterie vom Bruche nach aussen dislociert wird. Diese Voraussetzung beruht darauf, dass ich unter 21 Fällen von gleichzeitig beobachtetem Schenkelbruche und anomaler A. obturatoria 20 mal die Arterie nach aussen vom Bruche angetroffen. In zweien solcher Fälle war die A. obturatoria im Niveau des Lig. Poupartii entsprungen. Bei solcher Höhe ihres Ursprunges müsste sie dem oben Gesagten zufolge in der Mitte des Ringes, oder nach innen von demselben verlaufen, wurde aber dessenungeachtet nach aussen vom Bruche angetroffen. Dass diese Lage der Arterie keine primäre, sondern eine secundäre war, liess sich daraus schliessen, dass entsprechend dem Teile, an welchem sie die grösste Convexität entfalten müsste, eine augenscheinlich secundäre Concavität als Folge des seitens des Bruchsackes auf sie ausgeübten Druckes nachgewiesen werden konnte (Taf. XXV. Fig. 1).

Noch beweiskräftiger ist folgendes Factum: ich habe einige Mal Gelegenheit gehabt, subseröse Fettgeschwülste mit anomaler A. obturatoria combinirt zu beobachten. Die subserösen, ziemlich fest mit der Aussenfläche des Bauchfelles verbundenen Fettgeschwülste drängten sich zwischen Lig. Gimbernati und die näher diesem Bande als der Schenkelvene verlaufende Arterie. Entsprechend der Lage genannter

Fettgeschwülste fand sich an der Innenfläche des Bauchfelles eine deutlich ausgeprägte Vertiefung — das Rudiment eines Bruchsackes, das bei fortschreitender Entwicklung augenscheinlich die Arterie nach aussen verschieben würde.

Mit Rücksicht auf das über das Verhalten der A. obturatoria zum Schenkelringe und Schenkelbruch Gesagte kann mit grosser Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass von 7,3% centralen Verlaufes der Arterie bei Frauen und 5,3% bei Männern, nicht mehr als die Hälfte von der Bauchgeschwulst nach innen verdrängt werden kann, dass somit die Maximalhäufigkeit des Verlaufes der A. obturatoria nach innen vom Bruch 5,2% bei Frauen und 5,7% bei Männern (Tab. III) und die minimale — 1,6% bei ersteren und 3,1% bei letzteren beträgt.

Zweige der anomalen A. obturatoria in der Beckenhöhle.

Die anomale A. obturatoria erzeugt im Becken Zweige, von denen einigen infolge ihrer Beziehungen zum Schenkelringe praktisches Interesse zukommt, während andere mehr oder weniger die Ursachen der Abweichungen dieser Arterie erklären; daher verdienen dieselben beschrieben zu werden, umsomehr, als ihrer in den Handbüchern der Anatomie keine Erwähnung gethan wird.

1. Der *Ramus pubicus superior* entspringt normal aus der A. epigastrica inferior, bisweilen jedoch aus der anomalen A. obturatoria, gleichviel, ob letztere am äusseren oder inneren Umfange des Schenkelringes verläuft. Sein Durchmesser beträgt gegen 0,5 mm, bisweilen jedoch mehr und zwar dann, wenn er aus der am äusseren Umfange des Schenkelkanales verlaufenden A. obturatoria hervorgeht; sein Durchmesser erreicht dann sogar 1,5 mm. Mir sind vier Fälle von bedeutender Entwicklung dieses Aestchens bei Erwachsenen begegnet; in einem derselben verlief es an der vorderen (oberen) und inneren Peripherie des Schenkelringes, in den übrigen drei — an dem oberen Rande des horizontalen Schambeinastes. Der Ramus pubicus kann, wenn er stark entwickelt ist, Veranlassung zu bedeutender Blutung beim Bruchschnitt geben.

2. Die *A. dorsalis penis s. clitoridis* und 3. die *A. vesicalis inferior*¹⁾. Gehen dieselben aus der anomalen *A. obturatoria* hervor, so entspringen sie für gewöhnlich kurz vor deren Eintritt in den *Canalis obturatorius*, bisweilen jedoch aus dem Anfangsstücke der genannten Arterie. In drei Fällen (zwei *Aa. vesicales* und eine *dorsalis penis*) sah ich sie aus dem Anfangsstücke der an der Aussenseite des Schenkelringes verlaufenden anomalen *A. obturatoria* entspringen. Auf ihrem Wege in die Beckenhöhle kreuzten sie den Schenkelring in schiefer Richtung von aussen nach innen in der Nähe des freien Randes des *Lig. Gimbernati*.

4. Der *Ramus pubicus posterior* und 5. der *Ramus obturatorius*. Ersterer für die hintere Fläche der *Synchondrosis pubis*, den inneren (vorderen) Teil des *M. obturator internus* und bisweilen für den *M. levator ani*; letzterer für den äusseren (hinteren) Teil des *M. obturator internus*. Der *Ramus obturatorius* zieht nach hinten, meistens unter dem *N. obturatorius*; bisweilen kommt ihm ein aus den Zweigen der *A. hypogastrica* bei Erwachsenen und der *A. umbilicalis* bei Kindern entsprungenes Aestchen entgegen.

Es dürfte hier am Platze sein, ein die normale *A. obturatoria* mit einem der Zweige der *A. hypogastrica* bei Erwachsenen und *A. umbilicalis* bei Embryonen und Kindern verbindendes Aestchen zu beschreiben. Da dieses Aestchen mit dem oben beschriebenen *Ramus obturatorius* nicht gleichzeitig vorkommt, oder wenigstens äusserst selten und sein Verlauf dem des letzteren entspricht, so nehme ich an, dass der *Ramus obturatorius* nichts als das zu beschreibende Stämmchen in atrophischem Zustande ist.

Der Verlauf des Verbindungsstämmchens entspricht fast immer dem Verlaufe der normalen *A. obturatoria* und die Zweige der *Aa. hypogastrica* und *umbilicalis*, mit dem es sich verbindet, sind dieselben, von denen die normale *A. obturatoria* erzeugt wird; dasselbe kann daher in den meisten Fällen als normale, entweder in atrophischem Zustande, oder im Beginne seiner Entwicklung sich befindliche *A. obtu-*

¹⁾ Hierher gehören nicht die Fälle, in denen diese Zweige aus der normalen *A. obturatoria* stammen.

ratoria betrachtet werden. Bei Kindern kommen verschiedene Entwicklungsgrade desselben vor, die einen allmählichen Uebergang in die normale A. obturatoria beweisen. Zum Unterschied von der A. obturatoria wollen wir ihn Ramus communicans nennen.

Der *Ramus communicans* kommt nicht gleich häufig bei Embryonen, Kindern und Erwachsenen vor und verbindet verschiedene Zweige der Aa. hypogastrica und umbilicalis mit der anomalen A. obturatoria.

Bei 23 Abweichungen kam der Ramus communicans 11 mal (47,8%) bei Embryonen vor. Diese Gesamtzahl kommt unter die verschiedenen Zweige derart zur Verteilung, dass den stärkeren Aesten (Aa. glutaeta superior, ischiadica, umbilicalis) gegen 27,8 % und den schwächeren (A. iliolumbalis) gegen 20 % zufallen.

T a b. IV.

Alter	Zahl der Abwei- chungen der A. ob- turatoria	Zahl der anasto- mosierenden Abwei- chungen	% der anasto- mosierenden Abwei- chungen	Benennung der Zweige der Aa. hypogastrica und umbilicalis, mit denen sich die anomale A. ob- turatoria verbindet	% der mit stärkeren und schwächeren Zweigen anastomosierenden Abweichungen
Embryonen	23	11	47,8	<div> <div> A. glutaeta superior „ ischiadica „ umbilicalis </div> <div> A. iliolumbalis </div> </div>	<div> 27,8 </div> <div> 20 </div>
Kinder	186	74	39,7	<div> <div> A. glutaeta superior „ ischiadica „ pudenda comm. „ umbilicalis </div> <div> Ram. nutrit. inferior A. sacralis lateralis „ iliolumbalis „ vesicalis inferior </div> </div>	<div> 7,8 </div> <div> 31,5 </div>
Erwachsene	97	11	11,3	<div> <div> A. ischiadica „ pudenda comm. </div> <div> A. iliolumbalis </div> </div>	<div> 3,3 </div> <div> 9,1 </div>

Bei Kindern ist das Procentverhältnis dieser Verbindungen geringer (39,9 %), als bei Embryonen; die Verteilung derselben kommt dabei derart zu stande, dass der grössere Teil den schwachen Zweigen

(31,5 % = Ramus nutritiens, Aa. iliolumbalis, sacralis lateralis und vesicalis inferior) und nur ein geringer Teil derselben den starken (7,8 % = Aa. glutaesa superior, ischiadica, pudenda communis und umbilicalis) zufällt.

Bei Erwachsenen ist die Zahl dieser Verbindungen noch geringer als bei Kindern (11,3 %). Während aber bei Kindern im Vergleich mit Embryonen die Verminderung ihrer Zahl durch Abnahme der Verbindungshäufigkeit der A. obturatoria mit starken Zweigen entstand, wird, umgekehrt, bei Erwachsenen im Vergleich mit Kindern diese Abnahme durch seltenere Verbindung mit schwachen Zweigen der A. hypogastrica bedingt (Tab. IV).

Die geringere Häufigkeit von Verbindungszweigen (Rami communicantes) zwischen der A. obturatoria und den starken Zweigen der A. umbilicalis bei Kindern im Vergleich mit Embryonen kann durch fortschreitende Entwicklung der embryonalen Verbindungen zu Stämmen der normalen A. obturatoria bei Kindern erklärt werden; dagegen die Zunahme der Zahl von Verbindungen mit schwachen Zweigen durch Atrophie, oder Entwicklungshemmung der normalen aus schwachen Zweigen der aus der A. umbilicalis stammenden embryonalen A. obturatoriae.

Die Abnahme der Zahl von Verbindungen der A. obturatoria mit starken Zweigen bei Erwachsenen im Vergleich mit Kindern findet ihre Erklärung wahrscheinlich auch in der Umwandlung einiger kindlicher Verbindungen in Stämme der normalen A. obturatoria, während die Abnahme der Verbindungshäufigkeit mit schwachen Zweigen auf Atrophie derselben zurückzuführen ist. Als Beweis für letztere Annahme dürfte, wie es scheint, der Umstand gelten, dass der oben beschriebene Ramus obturatorius, den wir als atrophischen Ramus communicans betrachteten, bei Erwachsenen häufiger (38 %) als bei Kindern (22,3 %) angetroffen wird.

Erklärung der Entstehung von Abweichungen der A. obturatoria.

Die Abweichungen der A. obturatoria zerfallen, wie aus oben Gesagtem ersichtlich ist, in *anastomosierende* und *nicht anastomosierende* (Tab. IV).

Die embryonalen *nicht anastomosierenden* Abweichungen müssen meiner Ansicht nach notgedrungen auch nach der Geburt fortbestehen, denn angenommen, dass sie aus irgend welchem Grunde nach der Geburt verschwinden, müssen wir auch zugeben, dass sich an ihrer Stelle normale, sie ersetzende Aa. obturatoriae entwickeln müssen, was aber bei fehlender Anastomose, die als Material zur Entwicklung einer normalen Arterie dienen könnte, nicht möglich ist.

Die *anastomosierenden* embryonalen Abweichungen haben verschiedenes Schicksal, je nach den Eigenschaften der Anastomose selbst, der Mächtigkeit des Zweiges, mit welchem diese Anastomose die anomale A. obturatoria verbindet und — den Eigenschaften der letzteren.

Verbindet eine Anastomose (Ramus communicans), in welcher das Blut in der Richtung zum Canalis obturatorius¹⁾ circuliert, die A. obturatoria mit einem starken Zweige der A. umbilicalis (Aa. glutaee superior, ischiadica, pudenda etc.), oder mit der A. umbilicalis selbst, dann ist einer solchen Anastomose, da sie aus einer blutreichen Quelle mit hohem Seitendruck stammt, die Möglichkeit erschlossen, sich zum Stamme einer normalen A. obturatoria weiter zu entwickeln. Die anomale A. obturatoria kann dann atrophieren oder eine Entwicklungshemmung erfahren und dann bei Kindern als Anastomose zwischen der normalen A. obturatoria und der A. epigastrica inferior fortbestehen, oder bei ihnen ihr embryonales Kaliber beibehalten.

Atrophie und Entwicklungshemmung der anomalen A. obturatoria sind dann zu erwarten, wenn letztere hoch über dem Lig. Poupartii unter stumpfem Winkel (was nicht selten bei Embryonen und Kindern beobachtet wurde) aus der aus irgend welchem Grunde schwach ent-

¹⁾ Es sind Fälle beobachtet worden, in denen sich der Ramus communicans in der Richtung zu den Zweigen der A. umbilicalis verjüngte; die Blutcirculation fand in ihm folglich auch in derselben Richtung statt.

wickelten A. epigastrica entspringt. Sind dagegen günstige Bedingungen für die Entwicklung einer anomalen A. obturatoria vorhanden, so kann dieselbe gleichzeitig mit einer normalen bestehen.

Dieser Umwandlungsprocess, der die Abweichungen der A. obturatoria und Anastomosen betrifft, kann je nach den örtlichen Bedingungen Zeitperioden von verschiedener Dauer erfordern.

Alles in Bezug auf die Umwandlung der Abweichungen und ihrer Verbindungszweige (Rami communicantes) angeführte ergibt sich aus den Tab. I, II und IV, wie auch aus dem über die Anastomosen zwischen der normalen A. obturatoria und der A. epigastrica Gesagten, nämlich

1. Bei Embryonen kommen Anastomosen der anomalen A. obturatoria sowohl mit starken, als auch schwachen Aesten der A. umbilicalis fast gleich häufig vor (20 %—27,8 %, Tab. IV); bei Kindern erwiesen sich dieselben mit starken Zweigen bedeutend seltener (7,8 %) und bei Erwachsenen noch seltener (3,3 %) als bei Kindern. Aller Wahrscheinlichkeit nach entsteht diese Zahlenabnahme mit dem Lebensalter durch Uebergang der Anastomosen in Stämmchen der normalen A. obturatoria.

2. Entsprechend dieser Häufigkeitsabnahme der Anastomosen mit starken Zweigen kam bei Kindern und Erwachsenen eine Mengenzunahme von normalen Aa. obturatoriae zu stande, die von starken Zweigen der Aa. umbilicalis und hypogastrica erzeugt werden (s. Tab. I).

3. Bei Erwachsenen im Vergleich mit Kindern und bei Kindern im Vergleich mit Embryonen wurde eine allgemeine Verminderung der Zahl von Anastomosen zwischen der anomalen A. obturatoria und den Zweigen der Aa. hypogastrica und umbilicalis constatirt (Tab. IV; bei Erwachsenen — 11,3 %; Kindern — 37,7 %; Embryonen — 47,8 %); was das unter 1. und 2. Gesagte bestätigt.

4. Bei Kindern wurde eine grössere Anzahl von doppelten Aa. obturatoriae auf ein und derselben Seite gesehen (normaler und anomaler) (Tab. II; bei Kindern 9,3 % und bei Embryonen 4,5 %). Diese Zunahme doppelter Aa. obturatoriae kann in der Entwicklung neuer normaler Arterien bei gleichzeitigem Fortbestehen der Abweichungen ihre Erklärung finden.

5. Bei Kindern ist die Zahl der Anastomosen zwischen der normalen A. obturatoria und der A. epigastrica inferior bedeutend grösser (78,8 %), als bei Embryonen (48,6 %). Vielleicht kann ein Teil dieser häufigeren kindlichen Anastomosen auf atrophische Zustände oder Entwicklungshemmung anomaler embryonaler Aa. obturatoriae zurückgeführt werden. Zu einer solchen Annahme drängt unter anderem auch die Thatsache, dass bei Kindern Abweichungen vorkommen, die embryonales Gepräge tragen (S. 385). Als Material für die Entwicklung von Abweichungen nach der Geburt dient eine Anastomose zwischen der normalen A. obturatoria und der A. epigastrica.

Oben wurde dessen schon erwähnt, dass diese Anastomosen verschiedene anatomische und physiologische Eigenschaften besitzen, die den Grad ihrer Befähigung zum Uebergang in die A. obturatoria bedingen. Diejenigen Anastomosen, in denen das Blut in der Richtung zum Canalis obturatorius circuliert und die unmittelbar aus der A. epigastrica inferior hervorgehen und in directer Verbindung mit der A. obturatoria stehen, verwandeln sich leichter in eine Abweichung, als Anastomosen, die entgegengesetzte Eigenschaften besitzen. Besteht eine solche Anastomose und bleibt die normale A. obturatoria in ihrer Entwicklung zurück, oder geht sie atrophisch verloren, so verwandelt sich erstere unter dem Einfluss des Seitendruckes in der A. epigastrica inferior allmählich in ein arterielles Stämmchen. Entwicklungshemmung oder Atrophie der normalen A. obturatoria sind in den Fällen zu erwarten, wenn sie aus einem schwachen Zweige der A. umbilicalis (Ramus nutritiens, Aa. iliolumbalis, sacralis lateralis etc.) stammt. Obgleich bei Erwachsenen ein solcher Ursprung auch gesehen wurde, so bestand doch jedesmal noch ein sie ergänzendes Gefäss, als welches ein besonders stark entwickelter Ramus pubicus superior, Zweige der A. circumflexa femoris, oder eine Abweichung der A. obturatoria functionierten; bei Embryonen und Kindern wurde dagegen ihr Ursprung aus schwachen Zweigen auch ohne diese Verstärkung beobachtet.

Das kindliche Alter und weibliche Geschlecht prädisponieren zur Entwicklung von Abweichungen der A. obturatoria.

Der prädisponierende Einfluss des kindlichen Alters wird, wie mir scheint, durch das baldige Aufhören der umbilicalen Blutcirculation

nach der Geburt bedingt. Bekanntlich findet mit dem Aufhören des umbilicalen Blutkreislaufes eine Steigerung des Blutdruckes im ganzen Arteriensystem statt. Die schnelle Druckzunahme in den Aa. iliacae externae giebt möglicherweise den ersten Anstoss zur Entwicklung der Anastomosen zwischen den Aa. epigastrica und obturatoria. Mit dieser Voraussetzung steht folgende Thatsache im Einklange: an 70 Präparaten von neugeborenen Kindern (bei denen der Nabelstrang noch nicht abgefallen war) beobachtete ich 12mal doppelte Aa. obturatoriae auf ein und derselben Seite = 15,7 %; an derselben Zahl von Embryonen — 4mal = 5,7 %. Fast in all diesen Fällen war die vordere Wurzel der A. obturatoria (die Abweichung) bei Neugeborenen bedeutend schwächer, als die hintere, was die Bildung der vorderen Wurzel bald nach der Geburt aus den Anastomosen beweist. Nothnagels¹⁾ experimentelle Untersuchungen an Hunden beweisen, dass Anastomosen schon in sechs Tagen sich zu Arterienstämmchen entwickeln.

Der Einfluss der Aenderung des umbilicalen Kreislaufes kann nicht von langer Dauer sein, weshalb die durch dieselbe zur Entwicklung angeregten Anastomosen nur unter den oben angeführten günstigen Bedingungen ihre Weiterentwicklung fortsetzen und zwar mit um so grösserer Energie und Ausdauer, je vollständiger alle Bedingungen vorhanden sind. Im entgegengesetzten Falle sistiert die Entwicklung der Abweichung und endet möglicherweise mit vollständiger Atrophie derselben, wodurch sich aller Wahrscheinlichkeit nach die Verminderung der Zahl von Abweichungen bei Erwachsenen erklären lässt. Diese Erklärung findet darin eine Stütze, dass erstens bei Erwachsenen keine unter stumpfem Winkel aus der A. epigastrica stammenden Abweichungen beobachtet wurden und zweitens sowohl bei Kindern, als auch bei Erwachsenen die allerhöchste Ursprungsstelle der A. obturatoria 5 mm über dem Lig. Poupartii gelegen war. Aller Wahrscheinlichkeit nach gehen die unter stumpfem Winkel und über 5 mm oberhalb des Lig. Pouparti entspringenden kindlichen Abweichungen unter dem Einflusse des fortschreitenden Alters atrophisch zu Grunde.

Zur Erklärung des prädisponierenden Einflusses des weiblichen

¹⁾ Nothnagel, Ueber die Entstehung des Collateralkreislaufes. Centralblatt für Physiologie. 1888. Nr. 23.

Geschlechts auf die Entwicklung von Abweichungen der A. obturatoria wollen wir folgendes Gesetz der Hydrodynamik berücksichtigen: „1. Der Uebergang einer Flüssigkeit aus einer engen in eine weite Röhre hat Druckerniedrigung in der engen Röhre zur Folge. — 2. Alles, was den Widerstand vergrössert, steigert auch den Druck, z. B. Verlängerung des Ausflussrohres und Abnahme seines Durchmessers“ (Peaunis¹⁾). Wenden wir dieses Gesetz auf die Blutcirculation in den Beckenarterien an, so kommen wir zu dem Schlusse, dass der Seitendruck in der A. hypogastrica geringer, als in der A. iliaca externa ist und zwar deshalb, weil erstere kürzer und dünner, und sehr bald in eine grosse Anzahl von Zweigen zerfällt, deren Gesamtdurchmesser als ein schnell sich ausdehnendes Rohr betrachtet werden kann. Vergleichen wir die Druckdifferenz in der A. hypogastrica und der A. iliaca externa bei Männern mit derjenigen bei Frauen, so muss letztere grösser erscheinen: erstens, weil die weibliche A. hypogastrica²⁾ kürzer ist und zweitens eine grössere Anzahl von Zweigen besitzt, d. h. das weibliche arterielle Rohr sich mehr ausdehnt. Dieser überschüssige relative Druck in der weiblichen A. iliaca externa spielt möglicherweise die Rolle eines für die Entwicklung von Varietäten der A. obturatoria prädisponierenden Factors.

Was endlich den prädisponierenden Einfluss der rechten Seite betrifft, so bestehen in dieser Beziehung Meinungsdivergenzen unter den Autoren, weshalb ich diese Erscheinung als eine noch nicht feststehende betrachte und mich daher enthalte eine Erklärung derselben in Vorschlag zu bringen.

Aus meinen bisherigen Auseinandersetzungen in Bezug auf die Abweichungen der A. obturatoria lassen sich folgende Hauptschlussfolgerungen ziehen.

1. Die Varietäten der A. obturatoria entspringen am häufigsten

¹⁾ Beaunis, l. c. p. 414 und 417.

²⁾ Die Länge der weiblichen A. hypogastrica beträgt meinen Messungen zufolge durchschnittlich 3,3 cm, der männlichen dagegen — 4,2 cm (je 120 Messungen für jedes Geschlecht).

aus der A. epigastrica inferior (ca. 28,5 %) und weit seltener aus der A. iliaca externa (ca. 1,2 %) und der A. cruralis (ca. 0,4 %).

Das kindliche Alter, weibliche Geschlecht und aller Wahrscheinlichkeit nach die rechte Seite üben einen prävalierenden Einfluss auf die Häufigkeit ihres Auftretens auf.

2. Das Verhalten des A. obturatoria zum Schenkelbruch variiert je nach ihrer Ursprungsstelle: entspringt sie aus der A. iliaca externa, so steht sie in gar keiner Beziehung zum Bruche; entspringt sie aber aus der A. cruralis, so verläuft sie hinter demselben; entspringt sie endlich aus der A. epigastrica inferior, so ist ihr Verhalten zum Bruche auch ein verschiedenes, je nachdem sie aus dem centralen Teile dieser Arterie — zwischen A. iliaca externa und Lig. Poupartii, oder aus deren peripherem, oberhalb dieses Bandes gelegenem Teile entspringt; im ersten Falle verläuft sie aussen, im zweiten nach innen vom Bruche.

3. Der Verlauf nach aussen vom Bruche bildet die Regel, nach innen von demselben — eine seltene Ausnahme. Bei Frauen verläuft sie seltener nach innen vom Bruche, als bei Männern.

4. In der Höhe des Schambeinkammes kommt die A. obturatoria nicht mit der hinteren — oberen Fläche des Lig. Gimbernati in Berührung, sondern ist von ihr 1,5—1,7 cm entfernt. Das Durchschneiden des genannten Bandes beim Bruchsnitte (Hernia cruralis) ist daher in der bezeichneten Höhe mit weniger Blutungsgefahr aus der A. obturatoria verbunden, als in der Nähe des Lig. Poupartii, wo die Arterie dem Bande eng anliegt.

5. Abweichungen der A. obturatoria entstehen entweder schon während des embryonalen Lebens, oder erst nach der Geburt.

6. Im reifen Alter kommen neue Abweichungen der A. obturatoria nicht zur Entwicklung.

7. Für die Entwicklung von Varietäten nach der Geburt sind einerseits eine Anastomose zwischen der A. epigastrica inferior und der normalen A. obturatoria, in welcher (Anastomose) das Blut in der Richtung zum Canalis obturatorius circulierte, andererseits — die Entwicklung der normalen A. obturatoria hemmende Bedingung erforderlich.

Erklärung der Taf. XXV.

Fig. 1.

- | | | | |
|---|------------------------------|---|-------------------|
| 1 | A. epigastrica inferior. | 3 | Saccus hernialis. |
| 2 | A. obturatoria (Abweichung). | 4 | Lig. Poupartii. |
| 0 | Foramen obturatorium. | | |

Fig. 2.

- | | | | |
|---|------------------------------|---|----------------------------|
| 1 | A. epigastrica inferior. | 3 | Annulus cruralis internus. |
| 2 | A. obturatoria (Abweichung). | 4 | Lig. Poupartii. |
| 0 | Foramen obturatorium. | | |



Contribution à l'étude des cellules glandulaires.

I. Les éléments des canalicules du rein primitif chez les Mammifères

par

A. Nicolas,

professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Nancy.

(Suite.)

Cellules en activité.

Dans les cellules au repos du segment post-glomérulaire s'est accumulé, ainsi qu'on l'a vu, en plus ou moins grande quantité, un produit de sécrétion distribué dans le protoplasma sous forme de gouttelettes. Ce produit va être éliminé et tomber dans la lumière du canalicule; la cellule, en d'autres termes, va entrer en état d'activité excrétoire et subir des transformations subordonnées à l'accomplissement de ce phénomène. Sous ce rapport il y a des différences suivant que l'on considère tel ou tel élément dans un même organe, et surtout suivant telle ou telle espèce animal. Je veux dire par là que l'excrétion chez certains embryons, le lapin par exemple, entraîne à sa suite des modifications de la cellule, généralement moins profondes que chez d'autres embryons, tels que ceux de brebis. Cela ne signifie pas toutefois que les changements observés chez le lapin ne se retrouveront pas chez la brebis et inversement; mais certains d'entre eux seront en majorité chez le premier, certains autres chez la seconde. La raison de ce fait m'échappe. Les réactifs n'y sont assurément pour rien et il est plus probable qu'il est dû à des conditions différentes de la nutrition embryonnaire, par suite desquelles le fonctionnement de l'appareil excréteur est plus ou moins énergique suivant les espèces. En tout

cas il est bon de faire observer aussi que cela ne semble pas tenir à une structure différente des cellules. Quand elles n'excrètent pas, et qu'on les compare chez divers embryons, rien ne les distingue les unes des autres.

Les gouttelettes liquides disséminées dans le corps cellulaire sont situées les unes plus près de la surface, les autres plus profondément. Leur expulsion ne peut avoir lieu, on le comprend aisément, que par la face libre des cellules, et, pour qu'elle puisse se faire, diverses conditions doivent être réalisées. Il est nécessaire d'abord que les gouttelettes se rapprochent de cette surface, et il faut en second lieu que les formations qui limitent de ce côté l'élément, membranes et bordure en brosse, ne fassent pas obstacle à leur issue. Je n'ai pas d'observation personnelle qui me permette d'affirmer que les vacuoles changent de place, mais si l'on considère que ce déplacement a été directement observé par Ranvier dans des cellules caliciformes, on peut, je crois, l'admettre aussi pour nos éléments du rein primitif. Il ne faut pas oublier en outre que grâce à sa fluidité le produit de sécrétion peut s'accommoder aisément aux espaces les plus étroits qui se trouvent sur son chemin, que par suite il serait capable de filtrer au travers des mailles d'une membrane et à plus forte raison entre des bâtonnets qui sont séparés les uns des autres par des intervalles très appréciables. D'ailleurs une cause puissante vient contrebalancer la résistance que les membranes superficielles seraient susceptibles d'opposer à l'élimination de la substance sécrétée. Cette cause est la tension intracellulaire qui résulte de l'accumulation de liquide dans le corps cellulaire et de la pression qu'exercent les uns sur les autres les éléments ainsi distendus. On voit quelle sera la conséquence de cette tension. Le liquide comprimé de toutes parts ne trouvera d'issue que du côté de la surface, le seul qui ne soit pas soumis à une pression antagoniste; alors il passera au travers des membranes-limite, ou, si elles sont imperméables, il les refoulera, les soulèvera, à moins qu'il ne les déchire. Ce mécanisme est des plus simples et, si c'est bien ainsi que les choses se passent, l'excrétion est réalisée par des moyens purement mécaniques. Voyons si les faits sont en rapport avec cette manière de voir.

Certains détails sur lesquels il importe tout d'abord d'attirer l'attention tendent à confirmer la réalité de cette tension intracellulaire. C'est, d'une part, l'augmentation de volume des éléments qui excrètent et surtout leur accroissement en hauteur, quand on les compare aux cellules au repos, et, d'autre part, le changement d'aspect du protoplasma. Un coup d'oeil sur les figures des planches I, II et III fait voir ces deux particularités (fig. 7, 11, 12, 16, 23). On remarque sans peine que le corps cellulaire est devenu en quelque sorte spongieux; son réticulum est plus lâche, plus irrégulier, et sa teinte générale moins foncée. Les vacuoles dont il est creusé sont plus nombreuses (mes dessins ne les représentent pas toutes), et en même temps ses mailles sont comme distendues par un liquide diffus qui l'infiltré irrégulièrement. En un mot au protoplasma de l'élément au repos s'est surajoutée une quantité relativement considérable de liquide, ce qui se traduit par une hypertrophie très nette, et par un état vésiculeux accentué. Il est clair que ce liquide est soumis à une certaine pression et je n'en veux pour preuve que la forme des contours de la cellule: ils tendent à s'arrondir, de tous les côtés quand les éléments voisins sont au repos (fig. 23), du côté de la surface seulement dans le cas contraire (fig. 16). La convexité de la face libre, déjà marquée quand la cellule n'excrète pas, s'accroît alors énormément.

Dans les lignes qui précèdent j'ai constaté un fait, à savoir la réplétion du corps cellulaire par un liquide, mais il faudrait en outre savoir d'où provient ce liquide. Est-il ou non distinct de celui qui constitue les vacuoles? On peut en effet penser qu'il ne se montre à l'état de gouttelettes que quand il est peu abondant et formé au sein d'une zone assez épaisse de protoplasma capable de l'emprisonner, tandis que quand il est en grande quantité le réticulum ambiant ne suffit plus à le circonscrire et il diffuse, la plupart des vacuoles se fusionnant entre elles. On est aussi en droit de se demander s'il n'y aurait pas ici quelque phénomène analogue à celui que Ranvier a décrit dans les cellules caliciformes, c'est à dire formation isolée, 1° d'un produit spécial (le mucigène dans le cas des cellules caliciformes), 2° de vacuoles aqueuses. Celles-ci crèvent, leur eau est mise en liberté et vient dissoudre le produit en question. Dans les cellules

du corps de Wolff la substance spécifique serait celle qui s'élabore déjà dans les cellules au repos, mais il y aurait en même temps de l'eau qui la diluerait peu à peu et la rendrait diffusible. Ces hypothèses sont également acceptables mais, en l'absence de preuves positives, je me dispenserai de choisir entre les deux.

L'élimination du produit de sécrétion se trouve ainsi préparée et favorisée par la tension intra-cellulaire. Voyons comment elle va se produire.

Dans le cas le plus simple (fig. 4 et 23) qui est celui qu'on rencontre surtout, mais non exclusivement, chez le lapin et le porc, les gouttelettes transsudent au travers de la bordure en brosse en écartant tout simplement les bâtonnets et tombent dans la lumière du canalicule. On en voit qui sont engagées à moitié dans la bordure, adhérentes encore au corps cellulaire, et d'autres qui sont tout à fait libres à l'extérieur. Les bâtonnets sont écartés les uns des autres et nullement soulevés. Quant à savoir si la gouttelette refoule une membrane et s'en coiffe, ou s'il y a simplement passage au travers de mailles, je ne saurais le dire. Cependant s'il existait une membrane en continuité avec les bâtonnets et que cette membrane soit soulevée on ne comprend pas pourquoi les bâtonnets eux-mêmes ne seraient pas entraînés avec elle. Or la surface de la gouttelette est toujours parfaitement lisse. Dans les diverses préparations le produit de sécrétion expulsé se présente sous la forme de sphères, les unes extrêmement ténues, les autres volumineuses, mais il est vraisemblable, et certains faits que je signalerai plus tard confirment cette opinion, que ces dernières résultent de la confluence d'un certain nombre de sphères plus petites. On peut aussi penser que les choses se passent de la manière suivante: une gouttelette intra-protoplasmique fait hernie au dehors de la cellule, crée ainsi en un certain endroit un point faible par lequel tendent à s'échapper d'autres gouttelettes qui s'ajoutent à la première en la grossissant, jusqu'au moment où la goutte saillante tombe parce qu'elle est trop considérable. Je dois déclarer toutefois qu'en général, chez le lapin, les gouttelettes minuscules sont en majorité. Dans la fig. 4 je n'en ai représenté que quelques unes, mais elles peuvent être abondantes au point de former sur la surface libre de

l'épithélium une couche serrée. Ces sphérules, dans les pièces fixées par l'acide osmique sont très finement granuleuses, parfois même elles paraissent homogènes. Leur substance est colorée en gris-jaunâtre. Dans les préparations traitées par le liquide de Flemming l'aspect granuleux est plus accentué, ou bien, quand la gouttelette est assez volumineuse pour qu'on puisse bien en apercevoir la structure, elle semble constituée par une substance amorphe sillonnée par des traînées granuleuses qui simulent un réticulum grossier.

Le mode d'excrétion dont on vient de lire la description ne diffère pas en somme de celui qui se rencontre dans une foule d'autres éléments glandulaires, et ne s'accompagne d'aucune modification notable de l'élément. La bordure en brosse reste intacte, les bâtonnets se trouvant seulement écartés et revenant à leur position primitive quand la goutte est tombée. Le mécanisme est donc aussi peu compliqué que possible. Il n'en est pas absolument de même de celui que je vais examiner maintenant et qui se manifeste par des transformations remarquables et caractéristiques des cellules.

Les embryons de brebis sont particulièrement favorables à l'étude des détails dont il va être question, non pas que ces détails y soient plus clairs que chez d'autres, mais parce qu'on les y rencontre pour ainsi dire à chaque pas, et que, par suite, il n'est pas nécessaire de parcourir longtemps la préparation pour apercevoir des images démonstratives. Les figures 6, 7, 8, 10, 11 et 12 donneront une idée exacte de ce que l'on voit dans la majorité des coupes de tubes.

Les éléments cellulaires se présentent sous des aspects différents suivant la mise au point. Pour simplifier la description je considérerai une seule cellule, celle qui est à gauche dans la figure 8, par exemple. On voit immédiatement en quoi elle se distingue d'une cellule au repos, D'abord sa forme n'est plus la même, et ensuite elle est constituée de deux segments distincts: l'un profond représente la cellule proprement dite; l'autre superficiel repose sur le précédent, et fait saillie dans la lumière du canalicule. Le segment profond est en partie intercalé entre les cellules voisines, en partie libre, et cette portion libre en forme de cône ou de goulot étranglé qui supporte le segment superficiel est revêtue sur toute sa surface d'une bordure de filaments longs

et délicats. Quant au segment superficiel il est assez régulièrement sphérique, limité par un contour nettement accusé. Telle est la configuration de la cellule quand on met au point sa partie axiale, mais l'aspect change complètement lorsqu'on met au point sa périphérie, et la figure 9 représente ce que l'on a alors sous les yeux. Le noyau n'est plus visible, pas plus que le segment étranglé du corps cellulaire ni que l'appendice sphérique. On n'aperçoit qu'une zone protoplasmique dont la surface est bombée et porte la bordure de filaments. Un coup d'oeil sur les figures (voir aussi fig. 6) montre immédiatement, sans qu'il soit nécessaire d'entrer dans d'autres explications, le rapport qui existe entre ces images si dissemblables; ce sont des plans différents d'une seule et même forme cellulaire. Cette constatation est de la plus haute importance, car ainsi qu'on le verra plus loin, elle permet de comprendre le mécanisme de l'excrétion d'une manière tout autre que celle que j'avais indiquée autrefois. Voici en effet ce que j'avais vu et décrit dans ma note préliminaire: des éléments munis d'une bordure de filaments implantés sur leur surface libre, et, reposant sur cette bordure, une sphère granuleuse plus ou moins déformée (fig. 12, la cellule de droite). Je n'avais donc pas aperçu la continuité de celle-ci avec le corps protoplasmique, mais aujourd'hui une étude plus minutieuse avec de meilleurs instruments me permet de rectifier cette erreur et d'interpréter sans difficulté l'image qui en avait été l'origine. Que l'on veuille bien considérer, par exemple, la figure 10, et l'on constatera que le segment sphérique superficiel des cellules possède un diamètre sensiblement égal à celui du corps protoplasmique profond (il peut même lui être supérieur), et qu'il lui est réuni par une zone protoplasmique fortement étranglée dont la surface supporte une bordure de filaments. Ne voit-on pas immédiatement que si la coupe atteint la périphérie d'une telle cellule elle n'intéressera pas cette zone rétrécie et qu'alors le corps cellulaire sera séparé de la sphère superficielle par une bordure fibrillaire plus ou moins large? L'exactitude de cette interprétation ne me paraît pas douteuse et la comparaison des figures 8, 10, 12, 14, suffira, je l'espère, à convaincre le lecteur.

Les éléments que je viens de décrire sont en train d'excréter, cela est certain, et ce que j'ai appelé le segment superficiel représente le

produit qui va être éliminé en masse sous la forme d'une boule volumineuse. Ce qui le prouve c'est, d'une part, la présence dans la lumière du canalicule de boules libres identiques comme dimensions et comme structure à celles qui adhèrent encore aux cellules glandulaires; et d'autre part c'est qu'on aperçoit nombre d'éléments chez lesquels le segment superficiel fait défaut: il vient de tomber et laisse à nu le protoplasma auquel il était rattaché auparavant (fig. 6, 7). Le mécanisme de l'excrétion n'est donc pas ici absolument le même que celui qui consiste en une simple transsudation. La déformation que subit la cellule est considérable; les caractères de la bordure en brosse sont notablement modifiés; quant à ceux du protoplasma et du noyau ils ne paraissent avoir éprouvé aucun changement. On vient de voir sous quel aspect se montrent ces éléments, et, par suite, il ne me reste qu'à parler de la bordure en brosse avant de chercher à donner une explication des faits.

Lorsqu'à la page précédente j'ai dit que la zone protoplasmique libre, en forme de cône ou de goulot, qui supporte le segment superficiel est revêtue sur toute sa surface d'une bordure de filaments longs et délicats, j'indiquais la différence qui existe entre cette bordure et celle que l'on constate sur les cellules au repos. Ce ne sont plus en effet des bâtonnets d'une largeur appréciable, rigides et séparés les uns des autres dans toute leur longueur; ce sont plutôt des cils tenus souvent plus longs que les bâtonnets. En outre ceux-ci conservent sur toute leur étendue un calibre uniforme, tandis que les fibrilles, plus larges à leur base, s'amincissent peu à peu et se terminent en pointe. Le fait le plus frappant, qui ne souffre pour ainsi dire pas d'exception, c'est que, dans son ensemble, la bordure est colorée régulièrement; nulle part on n'aperçoit de vide correspondant à des interstices intercellulaires. En d'autres termes les cils ne sont pas individualisés comme le sont les bâtonnets, et la bordure se présente sous l'apparence d'un plateau sinueux, fortement strié.

A cette modification profonde s'en ajoute une autre, non moins constante, qui est la suivante. Jamais, ainsi qu'on peut le voir d'après les cellules que j'ai reproduites, il n'y a entre le protoplasma cellulaire et la bordure le moindre indice d'une membrane; en aucun cas on ne

rencontre ces stries si accentuées que représentent les figures 1, 2, 14. Les rapports des cils avec le protoplasma sont par conséquent plus directs et plus simples. Tantôt chacun d'eux se termine à son extrémité basale par un petit épaississement punctiforme (fig. 5, 6, 9, 22), et alors la limite entre le corps cellulaire et la bordure s'accuse par une strie moniliforme; tantôt la surface du protoplasma est hérissée de très fines dentelures (fig. 5, 6, 7) qui paraissent se continuer avec les cils.

Il est donc évident, quand la cellule se trouve dans l'état où nous la considérons maintenant, que la bordure en brosse a éprouvé des transformations qui la défigurent presque complètement. Les bâtonnets sont allongés, mais cela n'est pas constant, ainsi qu'on peut en juger par l'examen des figures 10 et 14, et surtout ils se sont serrés les uns contre les autres. C'est là principalement la cause du changement d'aspect si remarquable de toutes les bordures en brosse, mais ce n'est sans doute pas la seule. Il peut se faire qu'à la suite de cette espèce de tassement la constitution intime des bâtonnets se soit trouvée modifiée en quelque façon, car autrement on ne s'expliquerait guère leur amincissement. Il est possible enfin qu'une certaine quantité de liquide diffuse hors de la cellule et vienne les agglutiner. Ce qui tendrait à le prouver c'est que souvent (fig. 7, 15) on constate entre des bordures voisines une substance homogène ou très finement granuleuse.

Une fois qu'on s'est bien rendu compte de la configuration des éléments glandulaires ainsi transformés, en choisissant dans de bonnes préparations des endroits favorables, et en étudiant au besoin des coupes sérieées, il devient très facile de comprendre le mécanisme qui a présidé à ces transformations, et d'interpréter des images plus compliquées, à première vue indéchiffrables.

La tension intra-cellulaire dont j'ai montré plus haut l'existence suffit à expliquer très simplement comment le liquide accumulé dans les cellules, en est éliminé. Il est clair que cette tension sera d'autant plus forte que le liquide sera en plus grande quantité, et que les cellules voisines s'opposeront davantage à l'expansion de l'élément qui le renferme. Peut-être en outre est-elle augmentée par des contractions du protoplasma. Si la production du liquide est abondante et brusque les pressions convergentes qui s'exercent sur toutes les surfaces laté-

rales de la cellule tendront à chasser celle-ci du côté où il n'existe aucun obstacle, c'est à dire du côté de la lumière du canalicule, mais la cellule ne peut quitter sa place et ce sera surtout le liquide, emprisonné dans les mailles du protoplasma, qui subira cette action; il sera refoulé dans la zone la plus superficielle du corps cellulaire, laquelle se distendra et fera de plus en plus hernie à l'extérieur. On peut comparer la cellule à une éponge imprégnée d'eau. Toute compression aura pour résultat de vider les cavités de l'éponge sur lesquelles elle s'applique, de chasser le liquide vers la région où elle ne s'exerce pas et par suite de distendre les cavités de cette région, à condition toutefois que l'eau ne puisse pas s'écouler. En outre si l'éponge, sur une certaine étendue de sa surface n'est pas maintenue, elle fera saillie à cet endroit.

Revenons aux cellules glandulaires. La zone superficielle du protoplasma gorgée de tout le liquide qui s'est amassé dans ses mailles repousse, en se gonflant, la bordure en brosse ainsi la membrane limite, seules barrières qui la séparent de l'extérieur (fig. 16, 18). La surface de la cellule bombe de plus en plus et il arrive un moment où ces barrières devenant impuissantes cèdent à la pression. La masse fluide fait alors irruption au dehors, comme une hernie qui n'est plus contenue, sous forme d'une boule volumineuse. Ce mode d'excrétion explique, sans qu'il soit besoin d'insister, l'aspect nouveau qu'ont pris les cellules (fig. 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 22), la dislocation de la bordure en brosse et le rejet des bâtonnets tout autour du pédicule protoplasmique qui unit encore le corps cellulaire à la boule saillante. Diverses remarques doivent cependant trouver leur place ici.

Si l'on considère les figures sus-mentionnées on est frappé de la régularité des éléments. Or ce fait se comprend aisément si l'on songe que l'issue du produit de sécrétion doit se faire là où il y a le moins de résistance, par conséquent, lorsque les pressions sont également réparties, par le centre même de la surface libre des cellules. C'est au niveau de ce centre qu'aura lieu le soulèvement maximum de la bordure en brosse, et que se fera ensuite sa rupture. Les bâtonnets sont alors rejetés tout autour sur les pentes d'une sorte de cratère du sommet duquel jaillit le produit de sécrétion. Les coupes qui ont

atteint tangentiellement l'épithélium sont, à cet égard, très démonstratives. La fig. 15 dessinée d'après une coupe de ce genre montre les boules vues de champ. En mettant au point juste à la limite du pédicule protoplasmique et d'une boule on voit que celle-ci est immédiatement circonscrite par une série continue de points, et, en faisant varier la vis micrométrique, on constate que ces points représentent la coupe optique des fibrilles de la brosse. Surtout si la coupe est un peu oblique, comme c'est le cas de la fig. 15, on n'a pas de peine à s'apercevoir que les espaces assez larges compris entre les champs cellulaires sont occupés par des stries régulières plongées dans une masse homogène ou finement ponctuée, et formant une couronne autour des boules. C'est là la bordure en brosse modifiée.

Une autre remarque plus importante a trait à la constitution même des boules. Elles ne sont jamais homogènes, mais toujours irrégulièrement réticulées, avec des granulations plus ou moins volumineuses, disséminées ou confluentes. Réticulum et granulations se colorent comme le réticulum protoplasmique, et la conclusion qui me paraît s'imposer c'est que ce n'est pas là seulement une masse formée exclusivement par le produit de la sécrétion, mais plutôt une portion même du protoplasma cellulaire imprégnée de liquide. Le mécanisme qui donne naissance à la boule, par expression, par ainsi dire, de la cellule et refoulement de la substance fluide qu'elle renferme n'est que favorable à cette manière de voir. Ce phénomène n'entraîne pas la séparation complète du réseau protoplasmique d'avec le liquide qu'il emprisonne, mais le rejet de celui-ci dans les couches les plus superficielles du réseau qui se distendent alors. La boule ainsi développée sera, sans aucun doute, constituée essentiellement par du liquide, mais dans ce liquide il y aura des vestiges de travées protoplasmiques. On pourrait l'appeler boule d'oedème protoplasmique. De plus il n'existera pas de ligne de démarcation bien tranchée entre le corps cellulaire et la goutte qui va s'en détacher. C'est en effet ce qu'on observe dans la majorité des cas (fig. 8, 10, 11, 22). Le protoplasma sur lequel semble reposer la boule est comme frangé au niveau de son union avec elle, et l'on en voit souvent partir des filaments qui se continuent nettement avec les débris du réseau noyés dans le liquide.

Une question qui se pose maintenant est celle de savoir si une membrane entoure et isole cette sphère presque totalement fluide. Habituellement elle se montre limitée par une ligne de contour unique, mais dans certains cas cette ligne est double (fig. 20, 22). Cette apparence indique-t-elle l'existence d'une véritable membrane qui circonscrirait le liquide, ou correspond t-elle à une couche périphérique condensée de nouvelle formation, sans rapport avec la membrane limite primitive? Pour répondre à cette question il importe avant tout de se rappeler que dans les cellules qui excrètent toute trace de membrane au dessous de la bordure en brosse a disparu; c'est donc un produit de différenciation du protoplasma très instable. Si à ce moment elle s'efface à la limite du corps cellulaire on ne comprend pas pourquoi elle persisterait à la surface de la boule, là où la pression est encore plus énergique. La zone interne du protoplasma, gonflée par afflux de liquide, fait saillie au travers de la bordure en brosse qu'elle disloque, et pour arriver à ce résultat il aurait fallu, ou bien que la membrane-limite se rompe, ou bien qu'elle se distende. Or elle ne peut ni se rompre ni se distendre, puisqu'elle n'existe plus, du moins en tant que formation spéciale. En définitive le produit de sécrétion, masse protoplasmique imprégnée de liquide, n'est pas isolé par une enveloppe qu'il aurait empruntée à l'élément dont il provient; il se limite comme tout amas protoplasmique, à ses propres dépens. Il ne se mélange pas au liquide contenu dans la lumière du canalicule, parce que sa densité n'est pas la même. De plus, au contact de ce milieu différent, ou des réactifs qui ont fixé la pièce, sa couche périphérique subit peut-être une modification qui crée une sorte de „membrane par précipitation“.

En exposant le mécanisme de l'excrétion dans les pages qu'on vient de lire j'ai supposé que l'expulsion du produit de sécrétion était brusque et se faisait en masse, et ce qui m'autorisait à parler ainsi c'est cette circonstance remarquable que toutes les cellules qui se présentent munies d'une boule liquide possèdent une configuration identique. Or ce ne serait pas le cas si l'excrétion était lente, progressive, si le liquide sortait sous la forme d'une gouttelette d'abord petite, puis peu à peu plus volumineuse. Le fait que l'issue de ce liquide

s'opère en règle générale par le centre même de la surface des cellules, en provoquant des transformations toujours pareilles, que le volume des boules saillantes est sensiblement le même pour toutes, me semble prouver assez qu'il s'agit d'un phénomène très rapide, d'un rejet presque instantané et mécanique de la substance sécrétée.

S'il en est ainsi, la boule résultant de ce refoulement aurait d'emblée un volume notable, mais il est probable en outre que, tant qu'elle adhère au protoplasma dont elle émane, elle est susceptible de s'accroître encore, grâce à l'apport de nouvelles gouttelettes. Ceci n'est pas impossible puisqu'elle n'est séparée en aucune façon du corps cellulaire, et que le protoplasma renferme toujours des vacuoles liquides, capables sans doute, en cheminant petit à petit, de la rejoindre et de se fusionner avec elle. A ce point de vue j'attirerai l'attention sur la fig. 22 (embryon de veau) qui, d'abord, montre clairement la constitution réticulée de la masse d'excrétion, et, de plus, met en évidence le détail que je viens de signaler, à savoir la fusion de vacuoles intraprotoplasmiques avec cette masse. La figure 31 représente une boule libre dans la lumière d'un tube et fait voir également que l'amas éliminé peut être formé par la réunion de sphérules de taille variable englobées dans une sphère plus volumineuse, ce qui peut s'expliquer par une excrétion en plusieurs temps successifs, et confirme ma manière de voir: une première poussée fait saillir une goutte, une deuxième en ajoute une autre à celle-ci, puis une troisième une autre encore, et ainsi de suite jusqu'à ce que la masse tombe.

Le moment est venu de considérer des endroits du canalicule au niveau desquels les phénomènes excrétoires se manifestent sous des apparences moins simples que celles que je viens de décrire, mais dont la signification est néanmoins des plus facile à établir. Les figures 13 et 19 donneront une idée exacte de l'aspect de ces régions, et l'on reconnaîtra de suite le rapport existant entre les formes cellulaires qu'on y rencontre et celles qui ont été dessinées dans la planche XXVI. Ici encore le produit de sécrétion est refoulé dans l'extrémité interne des éléments qui, sous cette pression, s'est énormément distendue, mais, en général, sans constituer une boule sphérique réunie au corps protoplasmique par un pédicule étranglé. La distension s'est faite suivant

toute la largeur de la cellule, ce qui tient peut-être à ce que le liquide est en plus grande abondance.

De plus, toutes ces masses qui font saillie dans la cavité du canalicule étant très nombreuses et volumineuses sont tassées les unes contre les autres; par suite le rasoir les a atteintes suivant des sens divers et elles ne sont pas toutes en connexion avec la cellule dont elles proviennent. En un mot les images n'ont plus la régularité qui caractérisait jusqu'alors nos éléments en voie d'excrétion, mais au fond c'est bien le même mécanisme qui préside à l'expulsion du liquide sécrété. Qu'est devenue la bordure en brosse? Dans les figures 13 et 19 on aperçoit entre toutes les cellules des fentes plus ou moins larges, occupées par une substance fortement teintée par les réactifs colorants. Il est incontestable que ce sont là les bordures en brosses disloquées, rejetées sur les faces latérales de chaque élément, et fortement comprimées. On comprend sans peine que, dans ces conditions, l'aspect sous lequel se présenteront ces vestiges variera suivant que la coupe aura intéressé la partie axiale ou la périphérie des cellules. Dans un cas on aura sous les yeux des bandes colorées interposées dans une certaine étendue entre des éléments contigus, dans l'autre cas ces bandes s'observeront entre les boules et le protoplasma. Les dispositions sont les mêmes que dans les fig. 6, 8, 9, 12, avec cette différence que les éléments étant plus serrés, les interstices qui les séparent sont plus étroits, plus sinueux aussi. Les bâtonnets pressés dans ces interstices, sans doute modifiés dans leur constitution, se sont fusionnés en une masse presque homogène. Ce n'est que dans des cas tout à fait exceptionnels que cette masse est vaguement striée (fig. 19).

Nous sommes arrivés à l'instant où le produit de sécrétion, faisant hernie à la surface de la cellule aux dépens de laquelle il a pris naissance va être mis définitivement en liberté. Ce qui se passe alors est peu compliqué. La boule liquide ayant acquis, soit d'emblée, soit progressivement, une certaine taille, se détache naturellement du protoplasma auquel elle était faiblement reliée et tombe dans la cavité du tube. Il y a chute pure et simple et non pas rétrécissement de plus

en plus accentué du pédicule protoplasmique qui la retient. Ce qui le démontre c'est la forme de la cellule une fois que la boule s'en est séparée (fig. 6, 7, 10, 13). Le protoplasma est mis à nu dans toute l'étendue qui correspondait auparavant à celle-ci; sa surface est irrégulière, sinueuse, parfois très mal délimitée (fig. 13), et ce fait n'a rien d'étonnant si l'on se rappelle qu'il n'y a jamais eu de ligne de démarcation bien tranchée entre lui et la boule, et que cette dernière est en réalité une portion de protoplasma raréfié, désagrégé par une grande quantité de liquide.

Quand le produit de sécrétion a abandonné la cellule la bordure en brosse modifiée conserve, au moins momentanément, la situation qu'elle avait; par conséquent elle arrive jusqu'à la périphérie de la surface protoplasmique dénudée, et s'arrête exactement à cet endroit. Souvent le bord par lequel elle se limite se continue par une fibrille onduleuse, plus ou moins longue (fig. 7), qui pourrait être considérée comme la coupe d'une membrane entourant la masse liquide saillante, et rompue lorsque celle-ci a été mise en liberté. C'est là en somme le meilleur argument en faveur de l'existence d'une telle membrane et cependant, pour les raisons que j'ai signalées ailleurs, je persiste à la considérer comme problématique. J'estime plutôt que cette fibrille résulte simplement de l'amincissement et de l'étirement des bords de la zone protoplasmique sur laquelle repose la boule liquide. C'est bien si l'on veut une sorte de membrane, de lamelle, mais elle n'enveloppe nullement cette boule et n'a rien à faire avec la membrane limite de la cellule au repos.

Plusieurs questions se posent maintenant. Une fois le produit de sécrétion éliminé, que devient la cellule? continue t-elle à sécréter et à excréter? ou bien se détruit-elle? si elle se détruit comment est-elle remplacée? Comme j'aurai encore l'occasion, à propos du segment collecteur du canalicule rénal, de répondre plus complètement à ces deux dernières questions, je me bornerai à dire ici que dans le segment post-glomérulaire il n'est pas rare de rencontrer des cellules en voie de destruction, et que leur remplacement se fait par division indirecte des autres éléments glandulaires (fig. 3). Je me hâte toutefois de déclarer que cela ne signifie pas que ceux-ci sont incapables de fonctionner

pendant un certain temps plusieurs fois de suite. Dès que la boule liquide est tombée dans la lumière du tube, la cellule peut revenir à sa forme primitive de repos avec autant de rapidité qu'elle l'avait perdue, puisque la cause qui l'avait déformée n'existe plus. Certains aspects doivent, à mon avis, être interprétés comme des phases de ce retour à l'état de non-activité excrétoire, par exemple celui que présentent la cellule du milieu dans la figure 5, deux des cellules de la figure 19 et la deuxième à partir de la droite dans la figure 16. Le départ du produit de sécrétion avait eu pour résultat d'ouvrir en quelque sorte l'élément, en opérant une trouée dans la bordure en brosse et en la rejetant de part et d'autre sur les parties latérales. Quand la cellule en est débarrassée la pression qui refoulait les bâtonnets cesse brusquement, le protoplasma, grâce à son élasticité, revient sur lui même et la cellule se referme par l'abaissement de la couronne de cils.

On peut se demander s'il est nécessaire, pour qu'une nouvelle excrétion se fasse, que la cellule et, en particulier, la bordure en brosse se reconstituent avec tous les caractères qu'elles avaient à l'état de repos. Cette condition ne me semble pas indispensable, parce que l'élaboration du produit de sécrétion continue à se faire pendant qu'une boule est expulsée; par conséquent la cellule aura à peine eu le temps de se reformer que déjà la quantité de liquide pourra être assez abondante pour amener de nouvelles modifications semblables à celles qu'elle vient de subir. Il est même possible que dans certains cas la cellule n'ait pas le temps de se refermer, empêchée qu'elle en est par l'issue incessante de nombreuses gouttelettes; elle se trouverait alors dans un état analogue à celui d'une cellule caliciforme ouverte. La reconstitution complète de l'élément glandulaire, après une période d'excrétion, paraît dépendre de l'activité plus ou moins intense de la sécrétion; elle ne sera pas entravée si celle-ci est nulle ou modérée; elle ne se fera pas, ou se fera incomplètement, si le liquide est produit en grande abondance. Pour ce qui en est de la bordure en brosse j'ai montré que l'excrétion la modifie très profondément, mais à des degrés variables. Ces modifications disparaissent-elles avec la cause qui leur a donné naissance? c'est très probable, quand elles ne sont

pas trop accentuées; mais quand elles sont aussi prononcées que celles mises en évidence par les figures 13 et 19, il est à supposer qu'elles sont définitives, et que si jamais des cellules de ce genre se montrent de nouveau garnies de bâtonnets, c'est qu'elles les auront régénérés de toutes pièces. Le fait est qu'il n'est pas rare de voir des cellules glandulaires fermées (fig. 19), sur la surface desquelles il n'y a pas trace de bâtonnets. Ce sont, sans aucun doute, des éléments qui ont déjà excrété et dont la bordure en brosse a disparu presque en totalité; on n'en retrouve des vestiges que tout à fait à la périphérie. J'estime, sans pouvoir l'affirmer expressément, qu'il n'est pas nécessaire, pour qu'une nouvelle excrétion se fasse, que cette surface se recouvre de nouveaux bâtonnets, car les faits qui vont être exposés dans le prochain paragraphe prouvent que des phénomènes d'excrétion identiques à ceux que l'on observe dans le segment post-glomérulaire se rencontrent dans des éléments complètement et constamment dépourvus de bordure en brosse.

II. Segment collecteur.

L'épithélium qui constitue la paroi du segment collecteur du canalicule Wolffien se reconnaît, lorsqu'on emploie seulement un grossissement faible, à son aspect plus clair que celui de l'épithélium du segment post-glomérulaire, et cette distinction est toujours assez tranchée pour qu'il soit impossible de le confondre avec celui-ci. Du reste on trouve facilement dans les préparations des endroits qui montrent l'union de ces deux segments, tel celui qui est représenté par la fig. 36. On voit par ce dessin que le passage de l'un à l'autre se fait brusquement, sans transition. Aux cellules à protoplasma condensé, munies d'une bordure en brosse, font suite, sans formes intermédiaires, des éléments à protoplasma lâchement réticulé, comme vésiculeux, dont la surface fortement convexe ne présente aucune trace de bâtonnets. La différence est ici d'autant plus frappante que les cellules du segment post-glomérulaire sont au repos; elle l'est infiniment moins quand elles sont en pleine activité. Dans ce cas néanmoins il y a un caractère qui permet facilement de voir où commence le segment collecteur; c'est le suivant: constamment les cellules glandulaires dans cette portion du

canalicule, quelque soit leur état fonctionnel, sont dépourvues de bordure en brosse. Deux fois seulement, parmi des centaines de préparations, j'ai rencontré, perdue au milieu de l'épithélium, une cellule garnie de bâtonnets (fig. 35). Ce fait est donc si rare qu'il peut être considéré comme anormal et qu'il n'y a pas lieu d'en tenir grand compte. L'absence totale et permanente d'une formation aussi spéciale, que jusqu'alors nous avons observée sans exception sur tous les éléments de l'autre partie du canalicule rénal, est caractéristique, plus encore que les autres détails de structure et, à elle seule, suffit à légitimer la division du tube en deux segments. Les différences concernant la configuration des cellules et l'état de leur protoplasma, pour importantes qu'elles soient, me paraissent secondaires et il ne faudrait pas croire qu'elles impliquent des différences fonctionnelles. Les éléments glandulaires du segment collecteur ne sont pas, en effet, comme l'a dit Mihákovics, des éléments indifférents, ils sécrètent et excrètent activement, avec autant d'énergie que ceux du segment post-glomérulaire, et, fait essentiel, le mécanisme de l'excrétion y est le même que chez ces derniers. Lorsqu'on compare les images fournies par l'examen des deux régions du tube, on ne tarde pas à se convaincre qu'elles peuvent être toutes interprétées de la même façon et rattachées à des phénomènes d'excrétion, seulement tandis que dans un cas les cellules possèdent une garniture en brosse, dans l'autre cas elles en sont constamment privées. La description de l'épithélium du segment collecteur peut donc être calquée sur celle que je viens d'exposer; il y a lieu de considérer encore des éléments au repos et des éléments en activité. Il s'agit bien entendu ici aussi, du repos et de l'activité excrétoires.

Cellules au repos.

Les cellules au repos (fig. 27, 43) se présentent sous la même forme que dans la région post-glomérulaire; en quelques endroits elles sont cependant un peu moins volumineuses. Le réticulum protoplasmique est plus ou moins dense, de sorte qu'à côté d'éléments fortement teints il y en a de plus clairs (fig. 43). En outre, plus souvent que dans les cellules du premier segment, les travées de la zone profonde s'orientent parallèlement les unes aux autres, si bien que le corps

cellulaire paraît strié, ou même, sur certaines préparations (fig. 27), se trouve décomposé en bâtonnets. Du côté de la lumière du canalicule le protoplasma se limite, tantôt par une ligne mince et foncée; tantôt, ce qui est plus rare, par un plateau étroit, hyalin (fig. 43); jamais, je l'ai déjà dit, il ne présente la moindre trace de bordure en brosse. Ligne foncée et plateau hyalin sont l'expression d'une couche-limite, bien différenciée seulement dans ce dernier cas.

Le noyau possède les mêmes caractères fondamentaux que celui des cellules de la région post-glomérulaire: membrane d'enveloppe épaisse, réticulum à larges mailles, granulations nucléiniennes disséminées sur les trabécules, presque toujours un ou deux gros nucléoles chromatiques. Quelques particularités sont à signaler. Tout d'abord, le volume du noyau, relativement à celui du corps cellulaire, est en général plus considérable. Sa teneur en chromatine est souvent très faible. Enfin j'ai constaté à plusieurs reprises chez le veau deux faits intéressants: 1° l'existence d'un nucléole plasmatique entouré, comme d'une couronne, par de minces bâtonnets chromatiques sectionnés en différents sens. Ce nucléole était parfois énorme, logé excentriquement (fig. 28) le reste du noyau figurant alors un croissant appliqué sur lui; 2° dans un grand nombre de cellules la présence de deux noyaux (fig. 29).

(à suivre.)

FEB 20 1892

Contribution à l'étude des cellules glandulaires.

I. Les éléments des canalicules du rein primitif chez les Mammifères

par

A. Nicolas,

professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Nancy.

(Suite et fin.)

Cellules en activité.

L'activité fonctionnelle des cellules du segment collecteur se manifeste par l'apparition dans le protoplasma d'un liquide qui l'envahit, soit d'une façon diffuse, soit à l'état de gouttelettes éparses. Ce liquide s'amasse de préférence, quelquefois même exclusivement, dans ses couches superficielles, et cela à cause de la pression que les éléments exercent les uns sur les autres, car il tend à s'échapper du côté où il ne rencontre pas d'obstacle. Le phénomène est absolument le même que dans l'épithélium du segment post-glomérulaire, et se traduit, comme là, par une hernie plus ou moins prononcée de la masse liquide (fig. 24, 26, 36, 44, 45, 46). Chaque élément se montre alors comme composé de deux zones: une profonde comprenant du protoplasma englobant le noyau, et enclavée entre les cellules voisines, et une superficielle en forme de calotte basse ou de dôme hémisphérique saillant dans la cavité du tube; différences d'aspect qui dépendent de l'abondance du liquide. La ligne de démarcation entre ces deux régions n'est pas toujours très tranchée (comparer fig. 40 et fig. 41), et, même

quand elle est bien accentuée, on voit nettement que la zone protoplasmique est comme frangée et émet des filaments délicats qui se perdent dans l'amas fluide superficiel. C'est qu'en effet, et à ce propos je ne puis que répéter ce que j'ai déjà dit précédemment, la zone saillante n'est pas constituée uniquement par du liquide, mais en réalité par du protoplasma imprégné du produit de sécrétion, encore en continuité avec celui de la zone sous-jacente. On s'explique ainsi la structure réticulée de la boule claire.

Maintenant se présente la même question qui s'était déjà soulevée à propos des cellules glandulaires du segment post-glomérulaire. Comment le liquide chassé du côté de la lumière du tube est-il limité? Remarquons d'abord qu'en dehors des cas, assez rares, où la surface du protoplasma est revêtue d'un mince plateau, il ne semble pas qu'il y ait là une membrane bien différenciée. Lorsque l'élément se gonfle, s'œdématie en quelque sorte, et se soulève en une calotte de plus en plus convexe, sa couche tout à fait périphérique, membraniforme si l'on veut, suit naturellement ce mouvement et s'amincit toujours davantage. La marche du phénomène est plus simple que dans les cellules post-glomérulaires. Dans celles-ci la hernie se faisait ordinairement au centre de la face libre, à cause de la bordure en brosse qui opposait de la résistance sur tout le pourtour; les bâtonnets étaient disloqués; toute apparence de membrane disparaissait à la surface du protoplasma et l'on ne pouvait par conséquent guère admettre que le produit de sécrétion se trouve engainé par une lamelle différenciée. Ici, la distension s'opère à peu près également suivant toute la largeur de la surface cellulaire, et la boule se trouve, dès le début, environnée par une coque protoplasmique dérivée directement de la couche qui limitait l'élément au repos.

Le produit de sécrétion abandonne la cellule qui l'a formé, soit par le moyen que j'ai déjà décrit, c'est-à-dire par simple détachement de la boule liquide; soit, et je crois que c'est le cas le plus fréquent, par éclatement de la coque protoplasmique et issue en masse du liquide qu'elle isolait jusqu'alors. A ces deux processus correspondent deux aspects; ou bien on voit (fig. 26, 35, 48) le corps cellulaire à surface libre dénudée; ou bien (fig. 26) des bords de cette surface partent

des filaments rigides qui représentent la coupe des vestiges de la membrane engainante rompue au sommet de sa convexité. Jamais je n'ai vu la séparation de la calotte liquide se faire par formation d'une membrane entre elle et le protoplasma qui la supporte, mais lorsque l'excrétion est consommée, que, par conséquent, l'élément est revenu à l'état de repos, sa surface se montre généralement (fig. 42, 48) limitée par une ligne continue très nette, extrêmement mince.

Tel est le mécanisme de l'excrétion dans les cellules du segment collecteur. Les aspects les plus communément répandus sont ceux que je viens de décrire; il en existe cependant d'autres variétés, passibles de la même interprétation et qu'il convient maintenant d'examiner.

En premier lieu j'attirerai l'attention sur la fig. 28 dessinée d'après une coupe d'embryon de veau, et qui montre l'aspect remarquable des éléments du segment collecteur. Il est évident que les déformations capricieuses que l'on a ici sous les yeux sont de même nature que celles qui ont été signalées plus haut. Des gouttes liquides élaborées dans le protoplasma ont été refoulées vers la surface, mais en restant distinctes les unes des autres, de sorte que la masse herniaire est composée d'une agglomération de boules de taille très variable, séparées par des lamelles protoplasmiques. Ici on ne saurait nier que le produit de sécrétion n'est pas expulsé isolément; et il est indiscutable qu'il entraîne avec lui toute une partie du corps cellulaire. Quant à savoir pourquoi il ne se présente pas, comme chez d'autres embryons, sous la forme diffuse, je l'ignore absolument. Déjà dans le segment post-glomérulaire (fig. 22) beaucoup de cellules étaient presque totalement envahies par des vacuoles qui ne tendaient nullement à se fusionner.

Chez le même animal (fig. 29), il est assez fréquent de rencontrer des éléments qui n'excrètent pas d'un seul coup, comme les précédents, une grande masse de produit sécrété. Les gouttelettes élaborées sortent simplement du protoplasma sans provoquer de déformation du corps cellulaire. Elles semblent aussi pouvoir faire issue par un même point et se grouper en un petit amas qui deviendra libre plus tard. Il y a là excrétion par transsudation, d'autant plus facile qu'il n'y a pas de membrane-limite à la surface de l'élément.

Les images que j'ai rencontrées chez les embryons de veau sont des plus propres à mettre en lumière la part que prend le protoplasma dans la constitution de la boule qui va se détacher. Je n'en ai jamais observé de tout à fait semblables chez les autres espèces que j'ai eues à ma disposition, par contre chez toutes on a à chaque pas sous les yeux des aspects du genre de ceux que reproduisent les figures 20 et 34. Les cellules épithéliales éliminent chacune une sphère plus ou moins volumineuse dont les unes sont encore adhérentes au corps protoplasmique, tandis que les autres viennent de s'en séparer. La substance de ces sphères est tantôt claire, tantôt foncée et aussi dense que le protoplasma lui-même, avec lequel elle se continue souvent sans aucune ligne de démarcation. Ces variétés tiennent sans doute à la proportion, différente suivant les cas, de la partie liquide excrétée par rapport à la partie protoplasmique refoulée en même temps vers la cavité du canalicule, et aussi peut-être à l'intensité de la compression que les éléments exercent les uns sur les autres. Plus elle sera énergique plus le protoplasma sera tassé et aura de tendance à faire hernie. Il est toute une série de formes qui s'expliquent, à mon avis, très simplement par cette cause exclusivement mécanique, et qui sont d'autant plus intéressantes qu'on les retrouve dans d'autres organes¹⁾. C'est chez les embryons de lapin qu'on les rencontre avec le plus d'abondance, mais les préparations de porc, veau, etc., sont tout aussi démonstratives. Le lecteur n'a qu'à jeter un coup d'oeil sur les figures 21, 38, 42, 44, 47 et 48 pour voir immédiatement de quoi il s'agit. Entre des éléments gonflés par le produit de sécrétion qui distend les mailles de leur protoplasma, se trouve intercalées des cellules à protoplasma compact saillantes dans la lumière du tube. N'est-il pas évident que ces cellules sont écrasées par leurs voisines, qu'elles ne trouvent plus à se loger à la place qu'elles devraient avoir, et qu'alors elles sont chassées, exprimées pour ainsi dire, du côté où rien ne vient faire obstacle à leur expansion? Les coupes qui intéressent l'épithélium perpendiculairement à sa surface fournissent des images variées qu'il n'est pas difficile d'interpréter une fois qu'on a vu

¹⁾ A cet égard je signalerai l'épithélium des trompes utérines de divers Mammifères, dans lequel j'ai observé des faits identiques à ceux que je rapporte ici.

une coupe l'atteignant tangentiellement (fig. 39). Dans de telles conditions on se rend peut-être encore mieux compte de la déformation qu'ont subie les cellules intercalaires pressées de toutes parts et fuyant dans les interstices qu'elles trouvent libres. Les éléments ainsi comprimés se montrent toujours constitués de deux segments, l'un comprenant la partie du corps cellulaire sur laquelle s'exercent les pressions latérales; l'autre superficiel, en forme de calotte ou de sphère, qui n'est autre qu'une portion du protoplasma plus ou moins imbibée de liquide et destinée à se séparer de la région profonde¹⁾. Le noyau renfermé dans celle-ci se trouve généralement déplacé, refoulé qu'il est vers la lumière du tube; il est souvent aussi plus petit que celui des cellules claires adjacentes (fig. 39), par suite sa richesse en chromatine est relativement plus considérable.

Habituellement la zone superficielle plus claire se détache (fig. 40) comme une goutte qui abandonne son support, le segment profond restant en place; mais il arrive fréquemment que la cellule tout entière est expulsée. Elle perd ses connexions avec la paroi endothéliale du tube (fig. 48), glisse petit à petit entre les éléments voisins qui la repoussent vers le dedans, et finalement tombe dans la cavité du canalicule. C'est principalement chez le veau que j'ai pu constater les phases de cette élimination; on les y rencontre en abondance (fig. 38) et la lumière des tubes renferme une grande quantité d'éléments cellulaires (fig. 32) libres qui, n'étant plus soumis à aucune pression, ont pris la forme sphérique. Il est à remarquer que les caractères de ces cellules qui abandonnent l'épithélium au sein duquel elles vivaient jusqu'alors peuvent ne pas être modifiés sensiblement. Leur protoplasma est seulement en général plus dense, ce qui se comprend, mais leur noyau paraît n'avoir subi aucune transformation. Il va sans dire qu'une fois en liberté elles se désagrègent au bout

¹⁾ Exceptionnellement, (fig. 41) au lieu d'un relief régulier et unique, on en voit plusieurs. Le protoplasma ne s'est pas soulevé d'une seule poussée suivant toute la largeur de sa surface, mais (dans chacune des deux cellules dessinées) en deux endroits. Cet aspect est dû vraisemblablement à ce que la cellule ayant été sectionnée à sa périphérie, l'on n'aperçoit que les parties de la boule correspondantes aux angles saillants qui prolongent de chaque côté chacune des faces de l'élément (fig. 39), et pas la partie qui surmonte la zone moyenne rentrante de cette face.

d'un certain temps; le protoplasma se dissocie; le noyau se ratatine toujours davantage en devenant susceptible de se colorer d'une façon diffuse de plus en plus intense (fig. 32, 33); puis il arrive à être méconnaissable.

En somme, je crois que la cause qui intervient pour provoquer dans un épithélium composé d'éléments tous semblables les uns aux autres ces curieuses modifications, est unique. L'influence qui élimine une portion du protoplasma est la même que celle qui expulse une cellule entière. Elle est d'ordre purement mécanique, normale d'ailleurs, et n'est autre que la pression qu'exercent des éléments, énormément distendus par le liquide qu'ils élaborent, sur des cellules qui n'en renferment que peu ou pas du tout. La chute de la totalité de l'élément, en dehors des cas où il est en voie de dégénérescence, est sans doute favorisée par des conditions spéciales, l'activité exagérée des processus sécréteur et excréteur en particulier. Dans le rein primitif des embryons de veau il semble aussi qu'il y ait excès de cellules par rapport à l'étendue de la surface qu'elles doivent recouvrir; elles sont alors très serrées, obligées en quelque sorte de chevaucher les unes sur les autres et peuvent, quand une compression, même légère, les y sollicite, abandonner leur situation d'une façon transitoire ou définitive.

Avant d'aller plus loin je tiens à signaler quelques faits dont la signification m'échappe et que leur rareté m'autorise à décrire à part.

1° Chez les embryons de veau, dans le protoplasma des cellules du segment collecteur, il existe fréquemment (fig. 38) un corpuscule sphérique présentant partout sensiblement la même taille, et logé constamment dans la partie profonde, entre le noyau et la périphérie du corps cellulaire. Très rarement au lieu d'une sphérule il y en avait plusieurs moins grosses (fig. 29). Ces formations ne sont pas de nature graisseuse; elles sont homogènes et se teintent en gris-bleuâtre par les réactifs colorants du réseau protoplasmique. La fixité de taille et de situation qui caractérise ce corpuscule autorise à ne pas le considérer comme une enclave quelconque¹⁾. Faut-il y voir une sorte de noyau-accessoire (Nebenkern)? Est-ce là le corpuscule central de

¹⁾ Les cellules de l'épithélium des trompes utérines renferment très souvent, et au même endroit, une sphérule semblable.

la sphère attractive? L'absence d'observations ne me permet pas de résoudre cette question.

2° Dans deux reins primitifs d'embryons de brebis, en certains endroits du tube (segment collecteur), les cellules qui, au surplus, ne différaient en aucune autre manière de celles que l'on trouve ailleurs, étaient farcies de grains disposés sans ordre, isolés ou groupés, et colorés en rouge-vif par la phéno-safranine (fig. 30). Ces grains, de dimensions assez constantes, toujours extrêmement petits et arrondis, étaient surtout répandus dans la zone profonde, mais il s'en trouvait aussi plus superficiellement. Je n'en ai jamais vu dans les boules excrétées et j'ignore de quelle nature est la substance qui les forme. C'est sans doute un produit de sécrétion, mais je ne saurais dire ni ce qu'il est ni ce qu'il devient. Il me reste pour terminer à envisager une question dont j'ai déjà touché un mot à propos de l'excrétion dans les cellules du segment post-glomérulaire. La sécrétion dans toutes les régions du canalicule est continue, et un même élément est capable d'éliminer plusieurs fois de suite, sans se détruire, le produit qu'il élabore. Cela ne veut pas dire qu'il puisse le faire indéfiniment et que la durée de son existence soit la même que celle de l'organe lui-même. En réalité, au bout d'une certaine période d'activité les cellules meurent, et, n'ayant plus rien à faire dans l'épithélium à la constitution duquel elles prenaient part, l'abandonnent, tombent dans la cavité du canalicule et se mélangent aux produits d'excrétion qui s'y trouvent déjà. En même temps que s'opèrent ces destructions incessantes il se fait une formation de nouveaux éléments par division des anciens. Le mode de dégénérescence et le mode de régénération cellulaires sont les mêmes dans les deux segments du tube et également faciles à observer dans l'un et dans l'autre.

J'ai peu de chose à dire de la néoformation. Elle se fait par division karyokinétique, le plan de division étant perpendiculaire (fig. 49) ou légèrement oblique (fig. 3) par rapport à la surface de l'épithélium, et les noyaux-filles se plaçant en général sur un niveau plus rapproché de la surface que les noyaux au repos voisins. La plasmodiérèse présente une particularité digne d'intérêt que j'ai constatée à plusieurs reprises sur des coupes bien orientées. La séparation des deux nou-

nelles cellules commence d'abord dans la profondeur et s'avance progressivement vers la surface (fig. 49), si bien que le fuseau avant de disparaître se trouve réduit à une espèce de gerbe de fibrilles étranglée en son milieu, et refoulée tout à fait à l'extrémité superficielle du plan de séparation des nouvelles cellules. Je sais que ce fait de la division du corps cellulaire débutant à la périphérie n'est pas nouveau, mais je ne crois pas qu'on lui ait reconnu une marche constante, suivant une orientation déterminée, dans des cellules groupées régulièrement.

Les cellules en voie de dégénérescence sont relativement en grand nombre et, sans avoir fait de comparaison précise, il me semble qu'elles sont plus abondantes dans le segment collecteur que dans le segment post-glomérulaire. Les fig. 24, 25 et 26 montrent sous quelles formes elles se présentent. Le noyau est le premier atteint, il devient plus petit et acquiert la propriété de se colorer en masse d'une façon intense par la phéno-safranine. On distingue encore dans son intérieur les trabécules du réseau et les grains chromatiques teintés en rouge-sombre. A ce stade les limites du corps cellulaire sont encore bien régulières et le protoplasma ne présente rien de spécial. Par sa forme générale l'élément ne se distingue nullement d'un autre qui serait intact, et il peut encore être muni de sa boule d'excrétion. Puis le noyau se ratatine encore et se colore de plus en plus énergiquement. Son réseau devient indistinct, les granulations chromatiques sont tellement foncées qu'elles paraissent noires. Finalement on n'a plus sous les yeux qu'une petite sphère d'un rouge-sombre uniforme. De son côté le protoplasma cesse de former un tout compact, il se dissocie pour ainsi dire, surtout du côté de sa surface, se détache des éléments qui l'entourent et perd toute cohésion. A ce moment rien ne retient plus la cellule à sa place; elle tombe par lambeaux, ou tout d'une pièce. Le noyau, entouré ou non de débris protoplasmiques, devient libre, et le vide résultant de la disparition de l'élément ne tarde pas à être comblé par les cellules environnantes venues au contact les unes des autres.

Exposé historique et remarques.

Dans la première partie de ce travail, en exposant mes observations j'ai cherché, au fur et à mesure que les faits se présentaient, à les interpréter conformément aux principes que j'avais établis dans l'introduction. Tous pouvaient être considérés comme étant l'expression de phénomènes d'excrétion cellulaire, mais nulle part je ne les ai rattachés à des faits déjà connus, sauf dans ma note préliminaire où j'avais indiqué sommairement les observations analogues publiées antérieurement. En outre il est un caractère spécial de certains de nos éléments glandulaires dont les rapports avec le mécanisme de l'excrétion ne se sont trouvés nullement envisagés, je veux parler de la bordure en brosse dont je n'ai fait que décrire la constitution suivant les différents états fonctionnels de la cellule qui la supporte. Le moment est donc venu d'examiner ces deux questions: 1° La bordure en brosse; 2° Comparaison des phénomènes de l'excrétion dans le rein primitif avec les phénomènes analogues constatés dans d'autres organes.

I. La bordure en brosse.

L'expression de bordure en brosse dont je me suis servi constamment pour désigner l'ensemble des bâtonnets qui s'implantent sur la surface libre des cellules du segment post-glomérulaire a été appliquée pour la première fois par Tornier ¹⁾ aux formations du même genre qu'il décrit dans les éléments de l'estomac et du rein chez les Amphibiens et les Mammifères. Je l'ai acceptée parce qu'elle me paraît plus significative que n'importe quelle autre et qu'elle indique nettement de quoi il s'agit. Elle évoque immédiatement l'idée d'un revêtement de bâtonnets rigides, plus ou moins longs, attachés par une de leurs extrémités sur un substratum qui est le corps protoplasmique, écartés et indépendants les uns des autres dans toute leur étendue, libres par leur autre extrémité. Ainsi caractérisées les bordures en brosse possèdent une physionomie qui leur est propre et constituent un groupe important d'annexes cellulaires. Ceci ne veut pas dire

¹⁾ O. Tornier, Ueber Bürstenbesätze an Drüsenepithelien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXVII. 1887. p. 181.

toutefois que ce groupe soit isolé; bien au contraire il se rattache incontestablement par des liens de parenté étroits aux formations connues sous le nom de plateau strié ou de plateau à bâtonnets et aussi, quoique d'une façon moins évidente, aux appendices, cils ou poils, vibratiles. A cet égard je me range complètement à l'opinion de Frenzel¹⁾, et j'estime que toutes ces productions représentent les membres d'une même famille devenus différents les uns des autres par suite d'adaptation à des fonctions variées. Mon intention n'est pas de chercher à montrer ici quelles sont les raisons qui militent en faveur de cette manière de voir; je me bornerai simplement à l'étude des bordures en brosse types, considérées au point de vue de leur répartition et de leur signification physiologique.

Bien que dans certaines conditions, ainsi qu'on le sait depuis longtemps, le plateau des cellules épithéliales de l'intestin soit décomposable en bâtonnets, à l'état normal il ne se présente nullement sous la forme d'une bordure en brosse, je le laisserai donc complètement de côté.

1° Chez les Invertébrés.

Leydig²⁾ semble être le premier qui ait vu des bordures en brosse dans l'intestin (chenille du *Noctua aceris*) et dans les tubes de Malpighi de différents Insectes (*Melolontha vulgaris*, *Phryganea grandis*, *Gastropacha lanestris*). En réalité il n'a pas constaté l'existence de bâtonnets; il a aperçu une cuticule striée, et considéré ces stries comme l'expression de canalicules³⁾. Voici comment il s'exprime: „nous avons en outre constaté l'existence (chez les Insectes signalés plus haut) d'une intima qui présente des linéaments perpendiculaires qu'on peut attribuer à la présence de canaux poreux“. Avec les moyens

¹⁾ J. Frenzel, Zum feineren Bau des Wimperapparates. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXVIII. 1886. p. 53.

²⁾ Leydig, Traité d'histologie de l'homme et des animaux. Traduction Lahille. (L'édition allemande est de 1857). p. 380 et fig. 183; p. 534 et fig. 239.

³⁾ Peu de temps avant l'apparition du Traité de Leydig, Kölliker venait de découvrir (en même temps que Funke) la striation du plateau des cellules épithéliales de l'intestin (Nachweis eines besondern Baues der Cylinderzellen des Dünndarmes, in Würzburger Verhandlungen. Bd. VII. 1856), et regardait les stries comme des „canaux poreux“ (Porenkanäle).

dont disposait Leydig à cette époque lointaine, c'était certainement tout ce qu'il pouvait voir. C'est seulement beaucoup plus tard que Frenzel a pu établir la véritable constitution de cette soi-disant cuticule.

Cet histologiste, dans une série de travaux importants ¹⁾, découvre en divers endroits une bordure en brosse, c'est à dire un revêtement de poils ou de bâtonnets indépendants, dont il étudie minutieusement les caractères suivant les cas. Il la rencontre dans les tubes de Malpighi et dans le tube digestif des larves d'Insectes Hyménoptères, Diptères, Coléoptères et Lépidoptères; sur les cellules du foie (Mitteldarmdrüse) des Crustacés et des Mollusques; enfin chez des Grégarines. Il donne aux éléments qui présentent cette particularité le nom de cellules à bordure de poils (Härchensaumzelle). Le grand nombre d'espèces que Frenzel a examinées dans ces différents groupes, attache à ses recherches un intérêt tout particulier, car elles démontrent que la bordure en brosse n'est pas une formation exceptionnelle ni accidentelle. On l'observe sur les cellules vivantes aussi bien que sur les cellules fixées par les réactifs et partout elle se présente sous cette forme de bâtonnets isolés. Les variations qu'elle peut subir d'une espèce à l'autre portent seulement sur la longueur et l'épaisseur des bâtonnets, ainsi que sur leur degré de résistance vis à vis des influences extérieures.

Grobben ²⁾ décrit une garniture de poils sur les cellules du rein

¹⁾ J. Frenzel, Ueber Bau und Thätigkeit des Verdauungskanales der Larve des *Tenebrio molitor* etc. Berliner entomol. Zeitschr. 1882. XXVI. Bd.

Id. Ueber einige in Seetieren lebende Gregarinen. Arch. f. mikr. Anat. XXIV. Bd. 1885.

Id. Ueber die Mitteldarmdrüse der Crustaceen. Mitteil. aus der zoolog. Station zu Neapel. 1884. V. Bd. p. 50.

Id. Ueber die Mitteldarmdrüse (Leber) der Mollusken. Arch. f. mikr. Anat. 1885. XXV. Bd. p. 64.

Id. Ueber den Darmkanal der Crustaceen etc. Arch. f. mikr. Anat. 1885. XXV. Bd. p. 137.

Id. Einiges über den Mitteldarm der Insecten, sowie über Epithelregeneration. Arch. f. mikr. Anat. 1886. XXVI. Bd. p. 229.

Id. Zum feineren Bau des Wimperapparates. Arch. f. mikr. Anat. 1886. XXVIII. Bd. p. 76.

²⁾ C. Grobben, Morphologische Studien über die Harn- und Geschlechtsapparate, sowie die Leibeshöhle der Cephalopoden. Arbeiten aus dem zool. Inst. zu Wien. 1883. Bd. V.

des Céphalopodes; Sommer¹⁾ dans l'intestin moyen d'insectes Thy-sanoures.

En 1886 Tornier, dans un mémoire²⁾ dont je vais avoir l'occasion de reparler dit avoir constaté une bordure en brosse dans le foie du Cloporte (état frais et préparations colorées), ainsi que dans le foie de l'Ecrevisse, et dans les tubes de Malpighi de la Chenille-marte (Bären-raupe). Il ajoute qu'il doit à M. Heidenhain d'avoir reconnu également la présence de cette formation sur la surface des éléments de l'organe de Bojanus (appareil d'excrétion des Lamellibranches).

Lukjanow³⁾ signale des poils indépendants implantés sur la surface cellulaire dans l'intestin de l'*Ascaris mystax*.

Dans certains canaux des organes segmentaires chez les Hirudinées, on trouve, d'après Bolsius⁴⁾, sur quelques cellules un plateau strié. Les stries sont droites et à leur extrémité libre se renflent en une petite granulation. Seulement, déclare Bolsius: „nous ne sommes pas parvenu, même à l'aide des plus puissants objectifs, à décider la question de savoir si ces points terminaux sont réunis par une ligne transversale, ou bien s'ils sont indépendants les uns des autres“. Quoique cette observation ne soit pas concluante j'ai tenu à la citer parce qu'il est permis de penser, si l'on en juge par ce qui existe dans les autres organes excréteurs, que les bâtonnets sont, eux aussi, indépendants dans les organes segmentaires.

Je signalerai en passant un mémoire de Grandis⁵⁾ sur l'épithélium des tubes de Malpighi chez l'*Hydrophile*. Les éléments de cet épithélium présentent une zone périphérique claire, et „quand on examine des morceaux frais, on voit que, au niveau de cette zone transparente, le protoplasma présente des stries très délicates, de sorte qu'il semble

¹⁾ Sommer. Ueber *Macrotoma plumbea*. Beiträge zur Anatomie der Poduriden. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1885. Bd. XLI.

²⁾ O. Tornier, Ueber Bürstenbesätze an Drüsenepithelien. Arch. f. mikr. Anat. 1886. Bd. XXVII. p. 181.

³⁾ Lukjanow, Notizen über das Darmepithel bei *Ascaris mystax*. Arch. f. mikr. Anat. 1888. Bd. XXXI. p. 293.

⁴⁾ Bolsius, Recherches sur la structure des organes segmentaires des Hirudinées. La Cellule 1889. T. V. p. 369.

⁵⁾ Grandis, Sur les modifications des épithéliums glandulaires durant la sécrétion. Arch. ital. de Biologie. 1890. T. XIV. p. 160.

formé de fibrilles très minces, juxtaposées, dirigées suivant la direction des rayons du corps cellulaire“.

Van Gehuchten ¹⁾ retrouve encore une bordure en brosse sur les cellules sécrétantes du médiintestin et des glandes annexes du ventricule chylifique chez la larve de la *Ptychoptera contaminata*. Il reconnaît que les stries du plateau de ces éléments sont dues à des filaments indépendants. „Ces filaments présentent un bout périphérique libre et sont insérés à leur base sur une membrane continue qui les sépare nettement du protoplasme cellulaire. C'est ce que G. Gilson ²⁾ a appelé tout récemment, et à juste titre, cellules à plateau ouvert.“ Je n'ai malheureusement pas pu me procurer le travail de G. Gilson et j'ignore complètement ce qu'il renferme. Je me permettrai néanmoins de trouver que l'expression de cellule à plateau ouvert n'est pas très heureuse, ni surtout très claire pour ceux qui ne sont pas initiés à ces détails. Un plateau est une lame, qui peut-être plus ou moins épaisse, homogène ou non, continue ou percée de trous . . . etc. L'épithète *ouvert* fait penser, ou bien à des perforations, à des pores, et alors nous revenons à l'ancienne hypothèse de Kölliker, ou bien à un plateau creux dont le couvercle serait enlevé. Or la disposition à laquelle Gilson a voulu donner un nouveau nom, ne me paraît mériter ni celui de plateau ni, et encore bien moins, celui de plateau ouvert. Je préfère donc conserver l'expression de bordure en brosse, bien qu'elle ne soit peut-être pas très académique, d'abord parce qu'elle est vraie et ensuite parce qu'elle sera toujours comprise par tout le monde.

Tels sont les cas que j'ai pu rassembler de bordures en brosse chez les Invertébrés. Il est fort possible qu'il y en ait d'autres, mais j'ai tenu à citer, avant tout, les auteurs qui avaient fixé leur attention spécialement sur ce point. Leurs observations suffisent à montrer 1^o qu'on les rencontre dans tous les groupes, 2^o qu'elles sont localisées dans le tube digestif (plus particulièrement dans l'intestin moyen) et ses glandes annexes et dans l'appareil excréteur (tubes de Malpighi, organe de Bojanus, peut-être organes segmentaires).

¹⁾ Van Gehuchten, Loc. cit.

²⁾ G. Gilson, On Secreting Cells. British Association. 5 Sept. 1890.

2° *Chez les Vertébrés.*

Il convient ici de diviser les observations en deux catégories suivant qu'elles ont été faites sur des organes à l'état normal ou sur des organes à l'état pathologique.

a) *Organes à l'état normal.*

C'est à Nussbaum¹⁾ que revient l'honneur de la découverte des bordures en brosse chez les Vertébrés. Voici comment il s'exprime: „J'ai pu me convaincre que, dans toutes les classes de Vertébrés, le segment contourné du canalicule urinaire fait suite, soit directement, soit avec interposition d'un col pourvu de cils, à la capsule de Bowman. Chez les Amphibiens et quelques Poissons, les cellules de cette portion du canalicule, ainsi que celles du segment correspondant dans le rein céphalique des Téléostéens et des Batraciens, portent une large bordure de cils courts. A l'état vivant, chez le Triton, on peut constater que ces cils sont mobiles, et cela non seulement dans les tubes du rein génital mais encore, lorsque l'objet est favorable, dans ceux du rein pelvien. Dans les préparations fraîches de rein de Grenouille je n'ai jamais vu les mouvements de ces formations, qui, ainsi que le développement nous l'apprend, sont analogues par leur origine aux autres cils, et sont des prolongements du protoplasma cellulaire“.

Klein²⁾ en 1881 trouve une disposition semblable dans les cellules épithéliales des canalicules urinifères chez la souris. Il considère les cils comme étant susceptibles de se mouvoir, mais il ne l'a pas constaté directement. Pour lui cette portion du tube à éléments ciliés est celle qui fait suite directement au glomérule; elle est l'homologue du premier segment, du tube contourné des Amphibiens.

Solger³⁾ décrit dans le rein du *Petromyzon fluviatilis* de larges „cellules ciliées“ dont le protoplasma renferme des amas de pigment et dont les poils rectilignes sont plus courts que ceux des véritables

¹⁾ M. Nussbaum, Fortgesetzte Untersuchungen über die Secretion der Niere. Pflüger's Archiv. 1878. Bd. XVII. p. 587 (en note).

²⁾ Klein, Histological notes. Quarterly Journal of micr. science. 1881. p. 231.

³⁾ Solger, Beiträge zur Kenntniss der Niere und besonders der Nierenpigmente niederer Wirbeltiere. Abhandl. d. naturf. Gesellsch. zu Halle. Bd. XV. 1882. p. 12 du tiré à part.

cellules à cils vibratils. Ce sont là évidemment des bordures en brosse et Solger le reconnaît dans une note annexée à l'Analyse du travail de Lorenz publiée dans le Jahresbericht d'Hermann et Schwalbe (1890. p. 342).

Gibbes ¹⁾ publie en 1884 une courte notice dans laquelle il déclare avoir observé sur les cellules des tubes contournés du rein chez des foetus humains presque à terme, ainsi que chez divers Mammifères (rat, chien, porc), une garniture de poils fins. Mais cette disposition n'existe pas sur tous les éléments. Il ajoute que Groves l'a vue également dans les mêmes régions du rein chez le chien.

D'après Renson ²⁾ „l'épithélium des canalicules du corps de Wolff (embryons de poulet) est, comme dans le rein primitif des Anamniotes, pourvu de cils vibratiles.

Möbius ³⁾ dans le rein de l'épinoche de mer (*Spinachia vulgaris*) aperçoit de hautes cellules portant sur leur face libre une garniture de poils qui disparaît pendant l'excrétion du mucus.

Jusqu'alors on n'avait rencontré de bordures en brosse que dans le rein, lorsque Tornier ⁴⁾ vint annoncer qu'Heidenhain avait vu sur les cellules des glandes stomachales de l'*Axolotl* une garniture de poils délicats. Partant de cette découverte il étudie lui même ces glandes chez les Amphibiens urodèles (*axolotl*, salamandre, triton) et anoures (Crapaud commun), chez des Reptiles (*Anguis fragilis* et *Lacerta agilis*); enfin chez des Mammifères (souris, lapin).

Chez les Amphibiens et les Reptiles les cellules qui tapissent les culs-de-sac des glandes de l'estomac sont assimilables, ainsi qu'on l'admet communément, aux cellules de bordure (*Belegzellen*) des glandes stomachales des Mammifères. Lorsqu'on les examine pendant que l'organe est en pleine activité, on constate (sur des coupes) que leur

¹⁾ Gibbes, Histological notes. Ciliated epithelium in the kidney. Quarterly Journal of micr. science. 1884. p. 191.

²⁾ Renson, Contribution à l'embryologie des organes d'excrétion des Oiseaux et des Mammifères. Thèse. Bruxelles. 1883. p. 36.

³⁾ Möbius, Ueber die Eigenschaften und den Ursprung der Schleimfäden des Seestichlingnestes. Arch. f. mikr. Anat. 1885. Bd. XXV. p. 554.

⁴⁾ Tornier, Ueber Bürstenbesätze an Drüsenepithelien. Arch. f. mikr. Anat. 1886. Bd. XXVII. p. 181.

protoplasma est limité du côté de la lumière glandulaire par une ligne très accusée. C'est sur cette ligne que s'élève une bordure régulière de poils courts perpendiculaires à la surface libre de l'élément. Tous ces poils se terminent à la même hauteur sans se ramifier et sans s'atténuer en pointe. L'image rappelle très bien les poils d'une brosse, aussi Tornier propose t-il de lui donner le nom de bordure en brosse (*Bürstenbesatz*). Jamais il n'a vu les bâtonnets se mouvoir. Ces faits, faciles à mettre en évidence chez les Amphibiens, sont plus difficiles à observer chez les Mammifères parce que, le plus souvent, les cellules de bordure n'atteignent par aucun point de leur surface la lumière glandulaire, logées qu'elles sont en dehors de la couche des cellules principales. Cependant chez certains animaux (souris et lapin) ces dernières font parfois défaut au niveau du cou de la glande, les cellules de bordure sont alors libres sur une certaine étendue de leur périphérie, et l'on peut s'assurer qu'elles possèdent une bordure en brosse bien caractérisée. Les cellules principales n'en sont point munies. Chose remarquable, Tornier n'a jamais trouvé de bordure en brosse sur les cellules stomacales de la grenouille.

Tornier, outre l'estomac, examine au même point de vue le rein chez des Amphibiens (axolotl, salamandre, triton, grenouille) et chez des Mammifères. Constamment il trouve des bordures en brosse dans les tubes contournés (Mammifères) et dans le deuxième segment du canalicule rénal (Amphibiens). Les bâtonnets sont, dans une seule et même coupe, différemment développés; là très longs, ailleurs courts. En certains endroits même ils font complètement défaut.

On verra plus loin quelle est, pour Tornier, la signification de la bordure en brosse.

Un deuxième mémoire de Nussbaum¹⁾ renferme quelques indications qui complètent la note succincte rapportée plus haut: „Les substances qui remplissent les canaux de Wolff chez des embryons de truite, même avant que le glomérule ne soit développé, sont sécrétées par des cellules particulières auxquelles j'ai reconnu la même constitution dans le rein céphalique des Téléostéens et des Batraciens,

¹⁾ Nussbaum, Ueber den Bau und die Thätigkeit der Drüsen. V. Mitteilung. Zur Kenntnis der Nierenorgane. Arch. f. mikr. Anat. 1886. Bd. XXVII. p. 442.

ainsi que dans le deuxième segment du rein permanent chez les Cyclostomes, les Plagiostomes et les Batraciens. Cette forme cellulaire paraît être très répandue dans les glandes, car je l'ai rencontrée aussi dans les tubes de Malpighi chez la mouche, le dytique et d'autres encore.

Ces éléments portent tous sur leur face libre une bordure de bâtonnets courts et le plus souvent rigides qui ne sont bien évidents qu'au moment de l'activité fonctionnelle. En examinant des canalicules de l'extrémité orale du rein de tritons, que j'avais isolés, j'ai pu m'assurer que ces bâtonnets sont mobiles. Ils sont de nature transitoire et ne peuvent être aperçus que pendant l'activité des cellules."

Les recherches de Walther Kruse viennent confirmer pleinement les observations de Klein, Gibbes et Tornier. Portant sur un nombre considérable de reins humains et de reins de différentes espèces animales, elles montrent que la bordure en brosse est une formation normale, qui ne se rencontre que sur la surface libre des cellules des tubes contournés; mais, contrairement à Klein, sa présence n'est pas limitée à une certaine région de ces tubes. Kruse¹⁾ a constaté l'existence des bâtonnets sur les cellules examinées à l'état frais, et il n'a jamais vu qu'ils étaient capables de se mouvoir activement. Pour lui ces bâtonnets sont préformés et en continuité avec les bâtonnets d'Heidenhain. Il fait remarquer enfin que les bordures en brosse n'existent pas sur toutes les cellules, et que leur extension est soumise à des variations extraordinaires, sans que l'on puisse dire quelle en est la raison.

La note²⁾ que j'ai publiée en 1888 prouve que la bordure en brosse est constante dans la portion post-glomérulaire des canalicules du corps de Wolff chez les Mammifères. Je croyais être le premier à l'y avoir vue, mais j'ai appris depuis, grâce à une indication donnée par Nagel, que Janošik³⁾ avait fait la même constatation quelques années auparavant. Voici en quels termes s'exprime Janošik: „L'épithélium plat de la capsule de Bowman devient cubique en passant dans le canalicule,

¹⁾ W. Kruse, Ein Beitrag zur Histologie der gewundenen Harnkanälchen. Virchow's Archiv. 1887. Bd. CIX. p. 193.

²⁾ A. Nicolas, loc. cit.

³⁾ Janošik, Histologisch-embryologische Untersuchungen über das Urogenitalsystem. Sitzungsab. d. Kais. Acad. d. Wiss. zu Wien. 1885. Bd. XCI. p. 137.

puis, assez rapidement, cylindrique Avec un fort grossissement on peut voir que ces éléments cylindriques portent sur leur surface libre des cils. Les cellules gardent les mêmes caractères dans tout le canalicule, sauf dans une petite portion par laquelle il est en connexion avec le canal de Wolff. Là l'épithélium est cubique et ne possède ni cils ni pigment“.

L'année suivante Nagel¹⁾ déclare que chez un embryon humain de 18 mm (fixé par le liquide de Flemming) il a observé sur la surface libre des cellules, dans le segment du tube Wolffien qui fait suite immédiatement à la capsule de Bowman, de courts prolongements qui donnent à cette surface un aspect dentelé.

Presqu'à la même époque que ma communication préliminaire paraissait une thèse de W. Kruse²⁾ qui résume la question des cellules à bâtonnets. En fait d'observations personnelles elle ne renferme rien de plus que le mémoire précédemment signalé du même auteur.

Depuis lors il n'a paru qu'un seul travail d'ensemble sur les bordures en brosse dans le rein, celui de Lorenz³⁾. L'auteur les envisage successivement dans des organes normaux chez l'homme, les Carnivores, les Rongeurs, le bœuf et le porc, chez quelques Amphibiens et Poissons, et il conclut en affirmant leur existence *constante* sur toutes les cellules des tubes contournés: „Je considère, dit-il, la nature des bordures en brosse comme indubitablement physiologique, et je prétends que leur présence n'est pas temporaire (à l'état normal) mais constante“. A cet égard Lorenz est en désaccord avec tous les observateurs qui l'ont précédé. Je rapporterai plus loin le résultat des observations qu'il a poursuivies sur des reins atteints de diverses affections, et l'hypothèse qu'il accepte relativement à la signification de la bordure en brosse.

Hansemann⁴⁾ rendant compte du mémoire de Lorenz fait suivre son analyse de quelques remarques. Même dans des reins absolument nor-

¹⁾ Nagel, Ueber die Entwicklung des Urogenitalsystems des Menschen. Arch. f. mikr. Anat. 1889. Bd. XXXIV. p. 269.

²⁾ W. Kruse, Ueber Stäbchensäume an Epithelzellen. Inaug.-Diss. Berlin. 28 Mars 1888.

³⁾ Lorenz, Untersuchungen über den Bürstenbesatz und dessen Bedeutung an normalen und pathologischen Nieren. Zeitschr. f. klin. Medicin. 1889. Bd. XV. p. 400.

⁴⁾ Hansemann, Bemerkungen im Anschluss an diese Arbeit. Centralblatt für klin. Medicin. 1889. N° 18. p. 314.

maux il n'a pu apercevoir de bordures en brosse que dans 80 %, au plus 90 %, des canalicules (tubes contournés). Il n'admet donc pas les conclusions de Lorenz et semble rejeter l'interprétation que celui-ci avait proposée.

Pour terminer ce qui a rapport aux bordures de bâtonnets dans des organes sains, il me reste à dire qu' Altmann¹⁾ les a figurées dans la planche 18 (fig. 1 et 2, rein primitif d'embryon de poulet) de son livre sur les „Elementarorganismen“, et que moi-même²⁾ j'ai décrit sur les cellules épithéliales qui tapissent le fond des replis de la muqueuse intestinale du lézard, „une bordure de cils ou de bâtonnets très longs“³⁾.

b) Organes à l'état pathologique.

Un certain nombre d'histologistes ayant étudié des reins humains dans différents états morbides y ont observé des bordures en brosse, et toujours exclusivement sur les cellules des tubes contournés. Les uns se sont contentés de signaler le fait sans l'interpréter, les autres l'ont considéré comme une manifestation de nature pathologique. Enfin on a prétendu que l'état pathologique était réalisé, non pas par la présence, mais par l'absence des bâtonnets.

V. Cornil⁴⁾ est le premier qui fasse mention d'une bordure en brosse dans des reins humains, sinon évidemment malades, du moins assez suspects (individus morts par suite de maladie du coeur ou du poulmon). Dans des préparations colorées par l'acide osmique, „le bord libre des cellules des tubes contournés m'a souvent montré, dit Cornil, du côté de la lumière du tube, une sorte de cuticule analogue au plateau des cellules cylindriques de l'intestin. Cette partie, épaissie, homogène, vitreuse, était composée, lorsqu'on l'examinait à un fort grossissement,

¹⁾ Altmann, Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen. Leipzig. 1890.

²⁾ Nicolas, loc. cit. p. 49.

³⁾ Je ne puis me dispenser de rapprocher de ce fait les cas de cellules ciliées observées par Eberth, Regeczy, Braun, Blanchard et Trinkler dans le tube digestif de différents animaux. Je ne m'y arrêterai cependant pas car ce ne sont pas des bordures en brosse type.

⁴⁾ V. Cornil, Nouvelles observations histologiques sur l'état des cellules du rein dans l'Albuminurie. Journal de l'Anat. et de la Physiol. 1879. T. XV. p. 402.

de petits bâtonnets parallèles entre eux, perpendiculaires au bord libre de la cellule. Ils ressemblaient parfois à des cils vibratils. On voit en *t* (pl. XXX. fig. 5) quelques uns de ces petits bâtonnets, qui restent encore aux cellules malgré la très forte dégénérescence graisseuse qu'elles présentent. Cette cuticule ou ce plateau, décomposable en petits bâtonnets, s'observe très bien dans les reins de malades morts d'affection cardiaque“.

Dans leur ouvrage¹⁾ sur la „Pathologie du rein“ Cornil et Brault, à propos des altérations des cellules épithéliales, signalent de nouveau la présence de stries (ou mieux de bâtonnets) sur la face superficielle des éléments des tubes contournés; voici en quels termes: „Lorsque l'épithélium des tubes contournés a été soumis à une irritation chronique, on constate presque constamment une fusion des cellules. Le protoplasma forme alors de grandes bandes qui tapissent très régulièrement les parois des tubes contournés Le bord libre de ces bandes est en rapport avec les nombreux produits de sécrétion qui occupent la lumière des tubes; il est complètement uni, ou légèrement ondulé comme dans la figure 5, planche I, ou encore strié comme dans la figure 1, planche I. Cet état strié se rencontre assez souvent dans les faits de congestion chronique, et en particulier dans les congestions rénales d'origine cardiaque. La figure 1, planche I, représente ce que l'on rencontre habituellement, à savoir un protoplasma granuleux surmonté d'un plateau très finement strié. Nous ne connaissons pas la raison d'être de cet état particulier. Ce sont là des détails très intéressants au point de vue histologique pur; ils se rencontrent très fréquemment D'autre part, cet état particulier n'indique pas une altération plus avancée des épithéliums du rein, c'est une lésion assez banale et qui coïncide souvent avec des altérations du tissu conjonctif ou des glomérules bien autrement importantes“.

Ces citations, et surtout la première, établissent d'une façon irréfutable les droits de Cornil à la priorité de la découverte des bâtonnets dans des reins pathologiques. Il n'est donc pas juste, ainsi que l'ont répété tous les auteurs qui ont écrit sur cette question, de l'attribuer à Marchand, lequel, en réalité, n'a pas vu de bâtonnets, mais seulement

¹⁾ V. Cornil et Brault, Etudes sur la pathologie du rein. Paris. 1884. p. 33.

une bordure striée. — Cette observation de Marchand est rapportée dans un travail de Lebedeff¹⁾. Celui-ci avait intoxiqué un chien avec du chlorate de sodium et Marchand pratiqua l'examen histologique des reins de l'animal: „Dans beaucoup de canalicules (contournés) moins altérés, dit-il, on reconnaît sur le côté des cellules qui limite la lumière un bord un peu plus foncé, d'apparence homogène et plus réfringent, dont la largeur est presque la même partout, et limité du côté de la cavité du tube par une ligne unie. En examinant plus attentivement, on voit dans beaucoup de canalicules que ce bord possède une fine striation qui rappelle celle du plateau des cellules épithéliales de l'intestin. Dans beaucoup d'endroits le bord strié est interrompu, irrégulier“.

Gibbes²⁾ dans la note que j'ai indiquée rapporte qu'il a observé des bâtonnets sur les cellules des tubes contournés dans des cas d'anémie pernicieuse; il ajoute que Tuttle en a constaté également dans un cas de variole.

Langhans³⁾ dans des cas de néphrite aiguë remarque l'existence d'une fine bordure, très claire, délicatement striée, ininterrompue, et rappelant quelquefois tout à fait une bordure de cils. Une fois il a pu voir que les stries se terminaient librement à des hauteurs différentes, et que là où elles se séparent un peu les unes des autres il n'y a aucune substance interposée entre elles.

Marchand⁴⁾ signale de nouveau, dans un travail que je n'ai pu me procurer (cité par Tornier), une bordure striée parfois si nette que l'épithélium ressemble alors à un épithélium cilié (intoxication par le phosphore, éclampsie).

Kruse⁵⁾, constate des bâtonnets dans des reins atteints des affections les plus diverses (anémie pernicieuse, cancer, diphtérie, phtisie, syphilis . . . etc.)

¹⁾ Lebedeff, Zur Kenntniss der feineren Veränderungen der Nieren bei der Hämoglobinausscheidung. Virchow's Archiv. 1883. Bd. XCI. p. 277.

²⁾ Gibbes, loc. cit.

³⁾ Langhans, Ueber die entzündlichen Veränderungen der Glomeruli und die acute Nephritis. Virchow's Arch. 1885. Bd. XCIX. p. 227.

⁴⁾ Marchand, Tageblatt d. 57. Naturforscherversammlung zu Strassburg. 1885. p. 422.

⁵⁾ Kruse, loc. cit.

Werner¹⁾, d'après Lorenz, en fait également mention dans le rein chez des ictériqués, mais sans les décrire autrement.

Oertel²⁾ considère la bordure en brosse comme une formation purement *pathologique*, et il l'explique par l'action d'un virus (le poison diphthérique dans les cas qu'il étudie). Le paraplasma interposé aux bâtonnets cellulaires serait ramolli sous l'influence de cet agent infectieux, puis éliminé progressivement hors de l'élément glandulaire. Par suite les bâtonnets deviendraient visibles, et sur une longueur d'autant plus considérable que cette sorte de liquéfaction de la substance qui les englobe envahirait de plus en plus les couches profondes de la cellule.

Lorenz³⁾ outre le rein normal étudie également des reins à l'état pathologique (albuminurie par stase veineuse, albuminurie dans des affections fébriles, néphrites infectieuses aiguës, néphrites diffuses aiguës ou subaiguës . . . etc). Il trouve que toujours la présence de l'albumine dans l'urine coïncide avec la disparition plus ou moins complète des bordures en brosse sur les cellules épithéliales des tubes contournés et de ce fait conclut à un rôle spécial de ces formations.

En résumé, il résulte de l'historique qu'on vient de lire que les bordures en brosse ont été observées 1° dans le rein de l'embryon et de l'adulte, uniquement sur les cellules des tubes contournés, chez un nombre d'espèces animales assez considérable pour qu'on soit autorisé à croire qu'elles existent chez toutes; 2° dans le rein céphalique et dans le corps de Wolff; 3° dans l'estomac, exclusivement sur les cellules dites de bordure.

Signification fonctionnelle de la bordure en brosse.

Avant de rechercher quelle peut-être la signification de la bordure en brosse, diverses questions doivent être examinées, et en premier lieu celle-ci: est-ce une formation normale ou pathologique? La réponse ne me paraît pas douteuse, car il est indiscutable que des bordures en

¹⁾ R. Werner, Einwirkung der Galle und gallensauren Salze auf die Niere. Arch. f. experim. Pathol. u. Pharmakol. 1887. Bd. XXIV. p. 31 (cité par Lorenz).

²⁾ Oertel, Ueber die Bildung von Bürstenbesätzen an den Epithelien diphtherisch erkrankter Nieren. Arch. f. mikr. Anat. 1887. Bd. XXIX. p. 525.

Id. Die Pathogenese der epidemischen Diphtherie. Leipzig. 1887. p. 91.

³⁾ Lorenz, loc. cit.

brosse sont abondantes dans des organes absolument sains. Oertel a prétendu, ainsi qu'on l'a vu, qu'elles apparaissaient sous une influence morbide, mais son affirmation ne repose sur aucune preuve et je ne comprends pas pourquoi il n'a tenu aucun compte des observations de ses prédécesseurs. Il est possible que sous une influence de ce genre les bâtonnets se modifient, deviennent plus longs ou plus larges, plus nets en un mot, mais il ne faut pas dire que cette cause est seule capable de leur donner naissance, et que leur présence est la conséquence d'une altération de la cellule.

Les fait sont assez nombreux pour prouver qu'à l'état physiologique constamment on rencontre, dans les organes et aux endroits indiqués, des bordures en brosse. Les rencontre t-on partout, sur toutes les cellules de tous les tubes contournés? Tous les auteurs, sauf Lorenz, admettent que, même dans les conditions normales, toutes les cellules susceptibles d'être pourvues d'une bordure en brosse ne la possèdent pas d'une façon permanente. En d'autres termes, les bâtonnets auraient une existence temporaire, intermittente, et se révéleraient seulement dans certaines circonstances. Lorenz, au contraire, affirme que les bordures en brosse sont constantes et ne disparaissent que dans les cas pathologiques. Je n'ai pas d'opinion personnelle sur ce qui se passe dans le rein et ne sais de quel côté est la vérité, mais, pour ce qui en est du corps de Wolff, je puis assurer que dans le segment post-glomérulaire il y a des éléments à la surface desquels on n'aperçoit plus trace de bâtonnets. Il semble donc, à première vue que je me trouve en désaccord avec Lorenz, et en harmonie avec les auteurs qui soutiennent la contingence des bordures en brosse. Mais en regardant les choses de plus près, je crois que c'est précisément le contraire et qu'en réalité je me rapproche plutôt de Lorenz que des autres. Ceux-ci, en effet, considèrent *l'apparition* de la bordure en brosse comme contingente et subordonnée à diverses circonstances, tandis que pour moi c'est sa *disparition* que est le fait de certaines conditions, et sa présence est *permanente* quand ces conditions ne sont pas remplies. Pour eux, en un mot, la garniture de bâtonnets est une formation *secondaire*, pour moi c'est une formation *primitive*. D'autre part, ainsi que je le montrerai plus loin, les phénomènes d'excrétion qui, chez

l'embryon, entraînent la destruction des bâtonnets sont identiques à ceux qui, chez l'adulte, ont la même conséquence. Seulement, chez l'embryon ces manifestations sont normales et chez l'adulte elles sont pathologiques; dans les deux cas le résultat est le même: la bordure en brosse disparaît. En somme, dans le corps de Wolff chaque cellule du segment post-glomérulaire est munie dès son origine d'une bordure en brosse qui disparaît sous l'influence d'un phénomène normal; dans le rein, d'après Lorenz, chaque cellule du tube contourné est munie d'une bordure en brosse qui disparaît sous l'influence d'un phénomène pathologique. Or la marche de ce phénomène pathologique est la même que celle du phénomène normal chez l'embryon, donc au total la manière de voir de Lorenz est la même que la mienne. Je formulerais encore ceci de la façon suivante: quand, dans le rein primitif, les cellules du segment post-glomérulaire se trouvent dans un état analogue à celui des éléments des tubes contournés du rein normal, la bordure en brosse est constante; quand ces mêmes cellules se trouvent dans un état analogue à celui des éléments du rein pathologique, la bordure en brosse disparaît.

Il me semble donc établi que dans le corps de Wolff les bordures en brosse représentent une formation physiologique, dont chaque élément est pourvu depuis le commencement jusqu'à la fin d'une période d'activité fonctionnelle. On doit se demander alors quel est son rôle, quelle est sa signification physiologique. Deux opinions sont en présence. D'après l'une la bordure en brosse serait en rapport avec l'activité sécrétoire de la cellule glandulaire, d'après l'autre ce serait un appareil de protection dont le rôle a été compris du reste de deux manières différentes. Examinons successivement ces deux hypothèses.

Nussbaum¹⁾ le premier, dans ses deux mémoires, affirme qu'on ne trouve de bordure en brosse que sur les éléments en état d'activité. Il signale le fait sans en tirer de conclusion. Cette constatation aurait une importance considérable, mais pour qu'elle soit possible il faudrait au préalable savoir à quoi on reconnaît cet état d'activité. Or Nussbaum ne nous le dit pas, ce qui enlève quelque poids à son observation.

¹⁾ Nussbaum, loc. cit.

Tornier¹⁾ à son tour prétend que les bâtonnets manquent dans les cellules au repos et n'apparaissent que lorsqu'elles sécrètent. Il en conclut que leur existence est en rapport avec la sécrétion: „es hängen die Bürstenbesätze mit der Secretionsthätigkeit zusammen“. Quel est ce rapport? Tornier ne nous l'explique pas, et son hypothèse soulève les mêmes objections que la déclaration de Nussbaum. A quoi reconnaît-il que les cellules munies de bordure sont en activité? les figures qui accompagnent son mémoire ne nous le font pas plus voir que le texte. Le meilleur argument est qu'il n'a pas trouvé de bâtonnets sur les cellules stomacales d'Amphibiens soumis à un jeûne prolongé. Encore n'est-ce pas là une preuve convaincante, car dans de telles conditions ces cellules ne peuvent pas être considérées comme étant complètement normales. Elles sont bien à l'état de repos, mais ce repos n'a rien de physiologique et il ne serait pas étonnant qu'il ait provoqué des modifications des éléments, suffisantes pour les rendre différents de ce qu'ils doivent être dans les conditions physiologiques.

Lebedeff, Marchand, Kruse, Hansemann admettent tous, d'une façon plus ou moins catégorique, cette relation entre l'apparition des bâtonnets et un phénomène de sécrétion²⁾. Les bâtonnets seraient préformés et plongés dans une substance intermédiaire. „Si nous admettons, dit Kruse³⁾, que celle-ci est granuleuse, elle masquera les bâtonnets; si elle disparaît la bordure deviendra visible.“ Cette hypothèse n'a rien d'invraisemblable mais il s'agirait de savoir si elle est d'accord avec les faits. Au surplus si elle nous rend compte du mode de formation de la bordure elle ne nous renseigne en rien sur sa signification propre. En outre elle n'est pas applicable au cas particulier du corps de Wolff. Ici la bordure en brosse est constante, et, dans les cellules au repos, les bâtonnets sont toujours isolés sans interposition d'aucune substance.

J'estime pour ma part que si, dans le rein primitif, les bordures en brosse jouent un rôle dans la sécrétion (au sens que je donne à ce terme) ou interviennent dans l'excrétion, ce rôle ne nous est révélé

¹⁾ Tornier, loc. cit. p. 184.

²⁾ Le mot sécrétion serait ici synonyme d'excrétion cellulaire.

³⁾ Kruse, Inaug.-Diss. p. 25.

par rien. Cela est évident quand la cellule est au repos. Quand l'excrétion est lente, se fait par transsudation, les bâtonnets laissent passer les fines gouttelettes sans leur opposer d'obstacles, mais aussi sans favoriser leur sortie. Du moins on ne voit pas en quoi pourrait consister cette influence favorable sur l'issue du produit liquide. Lorsqu'enfin l'excrétion se fait par distension du corps cellulaire et refoulement d'une boule fluide vers la surface, la bordure en brosse est disloquée; son rôle est passif. Dans aucun de ces trois cas il n'est possible d'attribuer un rôle quelconque à la garniture de bâtonnets dans l'expulsion du produit de sécrétion. J'en trouve encore une preuve dans ce fait que les cellules du segment collecteur du tube Wolffien excrètent absolument par le même mécanisme que celles du segment post-glomérulaire. Elles ne possèdent pas de bordure en brosse, donc l'existence de cette formation ne paraît pas liée à un mode particulier de sécrétion ou d'excrétion.

Voyons si la seconde hypothèse qui fait des bâtonnets un appareil de protection pour les éléments est plus satisfaisante. Elle a été proposée en premier lieu¹⁾ par Frenzel²⁾ et acceptée depuis par Van Gehuchten³⁾. Lorenz⁴⁾ l'a adoptée également mais en lui donnant une tout autre portée. Je citerai l'opinion de Frenzel seulement d'après son plus récent travail: „J'estime dit-il, que la bordure de poils doit être considérée comme servant à la cellule de toit protecteur, agissant par suite, au point de vue physiologique, comme une cuticule. Cette protection pourrait bien entendu être aussi efficace contre les atteintes mécaniques que contre les actions chimiques... Dans l'état actuel de nos connaissances il me semble qu'il n'y a pas d'explication plus satisfaisante que celle qui regarde cette bordure comme un appareil de protection pour des cellules délicates et d'ailleurs complètement nues“.

Van Gehuchten se rallie à la manière de voir de Frenzel et à plusieurs reprises insiste sur le rôle protecteur du plateau strié (bordure en brosse). „Nous n'hésitons pas, dit-il (p. 39), à déclarer que nous

¹⁾ Il est juste de dire qu'Eimer (Virchow's Archiv Bd. XLVIII) avait émis la même idée à propos du plateau des cellules intestinales.

²⁾ Frenzel, Zum feineren Bau des Wimperapparates. loc. cit. p. 78.

³⁾ Van Gehuchten, loc. cit.

⁴⁾ Lorenz, loc. cit.

considérons le plateau comme un simple organe de protection des cellules épithéliales, comme une sorte de cuticule d'une structure spéciale destinée à protéger les cellules épithéliales contre les lésions du dehors, mais construite en même temps de façon à ne pas entraver les fonctions de la cellule." Et plus loin (p. 63): „Pour nous, le plateau est un appareil de protection qui garantit la cellule contre les lésions du dehors: matières alimentaires dans un tube intestinal, produits de sécrétion dans une glande... Le plateau n'est donc qu'une forme spéciale de cuticule destinée à protéger les cellules qui en sont pourvues contre les lésions du dehors. Lors d'une sécrétion active et abondante, le plateau n'est plus nécessaire et peut disparaître momentanément, parce que les produits éliminés protègent suffisamment le protoplasme cellulaire. Pendant le repos, cette cuticule revient; elle se reforme insensiblement aux dépens de la partie organisée de la cellule: le réticulum protoplasmique... Cette cuticule a une structure spéciale, différente de celle que l'on trouve, par exemple, dans le proventricule, précisément à cause de la fonction spéciale de ces cellules. Le mécanisme de la sécrétion, tel que nous venons de l'exposer, montre clairement que cette cuticule ne constitue aucun obstacle à la fonction sécrétante de la cellule épithéliale“.

Le rôle du plateau en général et de la bordure en brosse (plateau strié de Van Gehuchten) se trouverait ainsi parfaitement défini, malheureusement si cette explication s'applique avant tout aux formations cuticulaires véritables, et avec quelque apparence de raison au plateau tel qu'on le trouve dans le tube digestif, il ne paraît pas qu'elle convienne aux bordures en brosse type qu'on rencontre exclusivement sur les cellules glandulaires, en particulier sur celles des tubes rénaux. Dans le tube digestif, en effet, circulent des corps étrangers qui pourraient agir mécaniquement ou chimiquement sur des éléments sans défense. On peut comprendre alors que ces éléments se recouvrent, par différenciation de la couche superficielle de leur protoplasma, d'une lame protectrice¹⁾. Mais dans une glande de l'estomac, dans un tube rénal,

¹⁾ Il est à remarquer toutefois que les cellules caliciformes restent largement ouvertes, sans autre protection que le mucus qu'elles excrètent (lequel se répand d'ailleurs autant sur les cellules voisines), et qu'elles ne semblent pas souffrir de cette absence de protection contre les injures extérieures.

il n'en est pas de même. Ici la lumière glandulaire ne renferme que le produit de sécrétion, qu'une substance liquide contre laquelle on ne peut pas admettre raisonnablement que les cellules aient besoin de se défendre. En passant je me permettrai de faire ressortir une contradiction qui saute aux yeux dans le texte cité de Van Gehuchten. D'une part il avance que le plateau garantit la cellule contre les lésions du dehors „produits de sécrétion dans une glande“, et d'autre part, quelques lignes plus loin, il reconnaît que quand la sécrétion est abondante le plateau n'est plus nécessaire parce que les produits éliminés protègent suffisamment la protoplasma cellulaire. Voilà donc des boules ou gouttelettes liquides susceptibles d'être nuisibles précisément quand la cellule est protégée, et inoffensives, utiles même, quand elle ne l'est plus.

Le rôle protecteur de la bordure en brosse me semble très problématique, ou tout au moins très accessoire. Dans les reins (primitif ou permanent) on voit de longues portions de tube complètement vides, tapissées par des éléments au repos garnis de bâtonnets. Contre quoi ceux-ci protègent-ils les cellules puisqu'il n'y a rien dans le canalicule? Et du reste si elles ont besoin d'être défendues, est-ce qu'une simple, une vulgaire membrane, ne suffirait pas à remplir le but aussi bien qu'une formation si hautement différenciée que l'est une garniture en brosse. Enfin, dernier argument, si dans les reins quelques cellules réclament une protection, ce sont plutôt, à ce qu'il paraît, celles qui tapissent les voies dites excrétrices, c'est-à-dire, dans le corps de Wolff, celles du segment collecteur, puisque ce sont elles qui se trouvent en contact avec la plus grande masse du produit excrété. Or nous savons qu'en cet endroit les bâtonnets font constamment défaut et que c'est à peine si, dans quelques cas, on peut décéler sur la face libre des éléments la présence d'une membrane ayant quelque épaisseur.

Lorenz, d'accord avec Frenzel, ne croit pas que la bordure en brosse soit en rapport avec la sécrétion, mais, parmi les raisons qu'il fait valoir, il en est une assez singulière que je tiens à noter¹⁾: „L'idée que la bordure en brosse représente un état constant des cellules sécrétantes normales, et est indépendante de l'excrétion urinaire, trouve une confirmation dans ce fait qu'on la trouve déjà à une époque où

¹⁾ Lorenz, loc. cit. p. 413.

il ne peut pas encore être question d'une sécrétion proprement dite, c'est-à-dire dans la période embryonnaire (poulets à la fin de la période d'incubation, embryons humains)". Cette hypothèse que le rein ne fonctionne pas pendant la période embryonnaire ne repose sur aucun fondement.

Lorenz admet alors que la bordure en brosse joue un rôle protecteur vis-à-vis de la cellule, mais il l'entend dans un sens tout spécial. Ayant constaté, ainsi que je l'ai dit, que dans la plupart des maladies accompagnées d'albuminurie, les bâtonnets disparaissent sur les cellules sécrétantes, il suppose que leur présence empêche les substances albuminoïdes de sortir pendant la sécrétion normale. La bordure en brosse protégerait donc, pour ainsi dire, les cellules contre elles mêmes. Cette hypothèse repose entièrement sur le fait, nié cependant par la majorité des auteurs, de la constance des bordures en brosse sur tous les éléments des tubes contournés du rein. Des recherches complémentaires seraient donc nécessaires pour en juger la valeur, et en tous cas elle ne s'appliquerait pas aux organes autres que le rein. Le corps de Wolff se trouve normalement dans les conditions histologiques d'un rein adulte atteint de néphrite aiguë. Il excrète physiologiquement des matières albuminoïdes, de sorte qu'une disposition ayant pour but d'empêcher ces substances de sortir des cellules qui les sécrètent, doit y être complètement inutile.

Il suit de tout ce que je viens de dire qu'aucune des hypothèses relatives à la signification fonctionnelle de la bordure en brosse n'est à l'abri d'objections sérieuses. Elles ne reposent pas sur des faits d'observation suffisamment bien établis. D'ailleurs je n'ai pas d'autre explication à proposer à leur place et j'estime que le rôle des bordures en brosse ne pourra être déterminé que par des observations plus nombreuses et plus variées. On ne peut qu'être frappé de leur localisation dans des organes glandulaires, et surtout dans des organes à produit de sécrétion essentiellement liquide comme les reins ou les appareils excréteurs des Invertébrés. Il doit y avoir quelque relation entre la fonction de ces glandes et une disposition aussi constante, mais quant à dire quelle est cette relation, c'est ce que je suis dans l'impossibilité de faire.

II. Comparaison des phénomènes de l'excrétion dans le rein primitif avec les phénomènes analogues constatés dans d'autres organes.

Des phénomènes analogues, parfois identiques, à ceux que j'ai décrits dans les cellules épithéliales des canalicules Wolffiens ont été signalés dans d'autres organes, soit à l'état normal, soit à l'état pathologique.

a) Organes à l'état normal.

Avant la publication de ma note préliminaire en 1888 un seul auteur, Nissen¹⁾, avait observé un mécanisme d'excrétion normal qu'on peut rapprocher de celui qui se rencontre dans les tubes Wolffiens, particulièrement dans leur segment collecteur²⁾. Ses figures, pour imparfaites qu'elles soient, rappellent d'une façon frappante ce que l'on voit chez le veau. L'organe qu'il examine est la glande mammaire. Il montre comment la partie superficielle du protoplasma se sépare par étranglement de la portion basale de l'élément et tombe dans le lumière de l'alvéole glandulaire. Les cellules ont souvent plusieurs noyaux (comme chez le veau), et il arrive communément que l'un d'eux (ou même plus d'un) est éliminé avec la zone protoplasmique. De plus, ces noyaux une fois mis en liberté, et même, quoique plus rarement, alors qu'ils se trouvent encore en place, sont le siège de phénomènes régressifs aboutissant à leur désagrégation³⁾. Ce processus n'est-il pas en tous points comparable

¹⁾ Nissen, Ueber das Verhalten der Kerne in den Milchdrüsenzellen bei der Absonderung. Arch. f. mikr. Anat. 1886. Bd. XXVI. p. 337 et Taf. 13.

²⁾ Mon intention n'étant pas d'envisager l'excrétion à un point de vue général, je ne ferai pas une bibliographie complète. Je tiens seulement à dire que nombre d'auteurs ont noté et figuré des phénomènes d'excrétion de boules liquides ou de portions de protoplasma renfermant parfois le noyau, et cela généralement dans des épithéliums à plateau ou à cils. Par exemple: F. E. Schulze (Epithel- und Drüsenzellen. Arch. f. mikr. Anat. 1867. Bd. III. p. 145); Griffini Contribution à la pathologie du tissu épithélial cylindrique. Arch. ital. de Biol. 1884. T. V. p. 247); Frenzel (Loc. cit.); Dogiel (Ueber den Bau des Geruchsorganes bei Ganoïden . . . etc. Arch. f. mikr. Anat. 1887. Bd. XXIX. p. 74); Heidenhain (Beiträge zur Histologie und Physiologie der Dünndarmschleimhaut. Pflüger's Arch. 1888. Bd. XLIII). On pourrait multiplier les citations, surtout si l'on entrait dans le domaine de l'anatomie pathologique.

³⁾ C'est par suite d'une erreur, et je me hâte de la signaler, que j'ai dit que Nissen était le seul qui, avant 1888, ait observé un mécanisme d'excrétion comparable à celui que je décris. En effet, Heidenhain (Handbuch der Physiologie. Bd. V. 1883. p. 382) avait déjà signalé et figuré dans la glande mammaire les phénomènes étudiés par Nissen.

à celui dont les phases peuvent être suivies si facilement dans le rein primitif?

Plus tard Altmann¹⁾ signale à plusieurs reprises un processus excréteur semblable dans certaines glandes graisseuses (glande de Harder entre autres). La partie superficielle des cellules se sépare par étranglement du corps cellulaire pour fournir le produit de sécrétion (ou mieux d'excrétion). On peut suivre tous les stades de cette mise en liberté, de sorte qu'ici „la sécrétion n'est autre chose qu'une séparation continue de la zone superficielle de l'élément glandulaire avec reproduction permanente de sa partie basale“. En outre Altmann a très bien vu, et il en donne une figure, l'expulsion des boules dans le rein primitif: „Chez un embryon de poulet de 13 jours, les cellules expulsent des sphères volumineuses, et cela malgré la présence de la bordure en brosse“. Plus loin il déclare que dans le rein, après ligature des uretères, lorsque s'est produit, consécutivement, l'élargissement de la lumière des canalicules, on aperçoit absolument les mêmes images que dans le rein primitif.

Le travail le plus important dans le quel le mécanisme de l'excrétion cellulaire est analysé avec le plus grand soin est, sans contredit, celui de Van Gehuchten²⁾. Comme mon opinion diffère de la sienne sur bien des points il est indispensable de résumer ici les idées qu'il exprime, et je le ferai d'après sa communication au Congrès international de Berlin, intitulée: Le mécanisme de la sécrétion.

Van Gehuchten étudie les cellules épithéliales glandulaires qui, chez la larve de la *Ptychoptera contaminata*, forment le revêtement du quart proximal et de la moitié distale du médiintestin. Après avoir décrit les caractères de ces éléments lorsqu'ils sont au repos, c'est-à-dire lorsqu'ils ne présentent extérieurement aucun indice qui permette de conclure à leur activité spéciale, il explique de la façon suivante la marche des phénomènes:

„Lorsqu'une cellule glandulaire au repos commence à sécréter, c'est-à-dire à élaborer dans son corps protoplasmatique les substances destinées à être déversées dans le canal intestinal, la tension intra-

¹⁾ Altmann, loc. cit. p. 103 et p. 121. (Taf. 18. fig. 2 et 3).

²⁾ Van Gehuchten, Le mécanisme de la sécrétion. p. 19.

cellulaire doit augmenter, et cela en proportion de la quantité de matière élaborée. Les cellules épithéliales du médiintestin de notre larve sont protégées latéralement par la tension des cellules voisines, et s'appuient par leur face basale sur la tunique propre et une double couche d'éléments musculaires; elles ne présentent une face libre que du côté qui regarde la cavité intestinale. C'est de ce côté que la cellule cédera à la tension interne. Là, en effet, on ne trouve que le plateau, et nous savons que dans ces cellules, le plateau ne peut offrir une bien grande résistance puisqu'il est formé exclusivement de filaments indépendants. La membrane basale résistera donc seule. Mais cette membrane elle même présente des points faibles: épaisse aux endroits où s'insèrent sur elle les filaments du plateau, elle est beaucoup plus mince ailleurs. Si la tension interne de la cellule augmente, la cellule cédera donc aux points faibles que présente sa face libre. A ces endroits la membrane basale du plateau se soulève, glisse entre les filaments voisins du plateau qui sont écartés, et les produits élaborés viennent faire saillie au dessus du bord libre du plateau, sous la forme d'une vésicule plus ou moins volumineuse. Différentes cellules de nos figures représentent ce premier stade de l'activité sécrétoire, cette première modification morphologique qui nous permette de conclure à l'activité spéciale de la cellule. Ces vésicules saillantes, entourées manifestement par une partie soulevée de la membrane basale du plateau, sont occupées, dans nos figures, par une masse finement granuleuse. Il n'en est pas de même quand, sur une paroi intestinale fraîchement étalée, on examine ces cellules à l'état vivant, sans addition de réactif: les vésicules y existent comme sur des matériaux fixés, mais elles présentent un contenu liquide, transparent et cristallin. Ce liquide sécrété est, sans aucun doute, riche en substances albuminoïdes et c'est à la précipitation de ces dernières qu'il faut attribuer la forme granuleuse des produits de sécrétion.

Si les produits à excréter s'élaborent lentement, ils peuvent passer tous dans la même vésicule saillante qui devient alors volumineuse. Si au contraire la sécrétion est très active, la membrane basale du plateau peut être soulevée sur plusieurs points à la fois. Au lieu d'une vésicule unique faisant saillie dans la cavité intestinale, chaque

cellule peut en présenter un grand nombre, plus ou moins volumineuses. Ces vésicules en se gonflant, rompent bientôt le mince pédicule qui les relie à la cellule épithéliale, tombent libres dans la cavité intestinale et peuvent se mélanger aux substances alimentaires... On trouve de ces vésicules libres sur toute la longueur de l'intestin moyen. A ce moment la cellule épithéliale a sécrété, elle a excrété les produits élaborés et repris l'aspect d'une cellule glandulaire au repos, capable de recommencer encore plusieurs fois le même processus.

Mais les vésicules renfermant les produits sécrétés ne se séparent pas toujours par étranglement du corps de la cellule glandulaire. Cet étranglement ne se fait que quand la sécrétion est lente, que les vésicules sont petites et reliées à la masse protoplasmique par une partie étranglée ou col. Nos figures montrent des cellules où les produits de sécrétion accumulés dans une vésicule saillante occupent toute la largeur de la face libre de la cellule. Ici le mécanisme de l'excrétion est tout autre. Il se forme dans ces cellules, à la limite des produits de sécrétion et du protoplasme-mère, et aux dépens de ce dernier, une nouvelle membrane, qui vient séparer complètement les produits à éliminer du protoplasme cellulaire. Les substances renfermées dans ces vésicules deviennent libres par la rupture de l'enveloppe membraneuse qui les renferme et sont déversées ainsi directement dans la cavité intestinale.

Le mécanisme de la sécrétion est donc bien simple dans ces cellules épithéliales: il consiste dans l'élaboration de certaines substances à l'intérieur même du corps protoplasmique. Ces substances sont liquides, augmentent la tension intracellulaire et, soulevant la membrane du côté de la face libre, elles font saillie dans la cavité intestinale.

L'excrétion des produits élaborés consiste tout simplement dans la chute des vésicules saillantes soit par étranglement du col qui les relie au corps protoplasmique, soit par rupture de leur membrane périphérique et formation d'une membrane nouvelle à la limite du protoplasme cellulaire“.

Dans les glandes tubuleuses qui viennent déboucher dans l'intestin moyen le mécanisme de la sécrétion et de l'excrétion est généralement le même que celui qui vient d'être décrit, cependant dans certains cas il semble un peu différent¹⁾: „Tandis que partout ailleurs la membrane

¹⁾ Van Gehuchten, 1^{er} Mémoire, loc. cit. p. 71 du tiré à part.

basale du plateau en se soulevant glisse entre les filaments, les écarte et les refoule sur le côté, nous voyons ici le plateau tout entier soulevé avec la membrane basale, au point que la vésicule qui fait saillie dans la cavité glandulaire est recouverte sur tout son pourtour, par les filaments du plateau. . . . Lorsque ces vésicules deviennent libres par étranglement on peut les retrouver dans la cavité glandulaire hérissées de tous côtés par les filaments écartés du plateau“.

J'ajouterai que Van Gehuchten est d'avis qu'une cellule glandulaire peut sécréter et excréter plusieurs fois de suite; que cependant lorsque la sécrétion est énergique „il n'est pas rare de voir le noyau de la cellule, entraîné avec les produits élaborés, tomber dans la cavité intestinale“, auquel cas le corps cellulaire dépourvu de noyau est destiné à se détruire. Enfin, „les cellules détruites sont remplacées par des cellules nouvelles qui existent toujours à la base des cellules sécrétantes“.

Il me sera facile, après cette citation des passages dans lesquels Van Gehuchten développe si clairement sa manière de voir, de montrer en quoi l'interprétation des faits que j'ai observés diffère de celle qu'il propose.

Avant tout je tiens encore à répéter ce que j'ai déjà dit dans l'introduction de ce travail, à savoir que les phénomènes décrits par Van Gehuchten ne sont pas des phénomènes de sécrétion. Il me suffira de citer ses propres paroles¹⁾: „Nous admettons, d'accord avec Ranvier, que la sécrétion n'est pas ce phénomène souvent passif par lequel les produits sécrétés se séparent de la cellule qui les a produits, mais bien l'acte énergétique et tout vital par lequel *une cellule glandulaire forme dans son sein, par transformation physique ou chimique de certaines parties de son protoplasme, les produits qui doivent être déversés au dehors*. C'est là l'acte essentiel, l'acte initial, le véritable acte de sécrétion. Et nous donnons le nom d'excrétion au processus employé par la cellule glandulaire pour se débarrasser des produits sécrétés“. Je n'ai vu nulle part dans les mémoires de Van Gehuchten, qu'il soit question des transformations physiques ou chimiques du protoplasma, et je n'y ai trouvé que l'étude du processus employé par la cellule pour se débarrasser des produits sécrétés. Je

¹⁾ Van Gehuchten, loc. cit. p. 22.

me crois donc en droit de conclure que Van Gehuchten considère à tort le mécanisme qu'il a analysé comme un mécanisme de sécrétion.

Ceci posé j'arrive à la comparaison de nos résultats. Avec Van Gehuchten je fais jouer un rôle important à la tension intracellulaire produite par l'accumulation du produit de sécrétion. C'est surtout grâce à elle que ce produit va être éliminé. Seulement, à partir de ce moment nous différons d'avis. J'ai montré que dans le corps de Wolff deux cas peuvent se présenter: ou bien la substance élaborée sort de la cellule sous la forme de fines gouttelettes, ou bien sous la forme d'une boule volumineuse. Dans le premier cas les gouttelettes filtrent, pour ainsi dire, au travers de la bordure en brosse et je ne crois pas qu'elles refoulent devant elles une membrane, parce que, s'il en était ainsi, les bâtonnets qui s'attachent sur celle-ci devraient être eux aussi soulevés¹⁾, au moins dans une certaine mesure, et ils ne le sont jamais. J'estime que le produit de sécrétion, liquide, traverse simplement la membrane-limite (quand elle existe) dans les interstices des bâtonnets, et tombe dans la lumière du canalicule comme fait une goutte d'eau sortant d'une éponge. Ce mode d'excrétion semble être réalisé quand la sécrétion est peu active. Lorsqu'au contraire elle est abondante et brusque, tout le liquide est refoulé énergiquement dans les couches superficielles du corps cellulaire, l'élément bombe dans la cavité du tube; la membrane-limite avec la bordure en brosse éclate en quelque sorte à son centre, et le protoplasma gorgé de liquide fait hernie sous la forme d'une boule volumineuse, entourée comme d'une couronne par les bâtonnets rejetés tout autour d'elle. La boule se détache ensuite, devient libre, et met à nu le protoplasma auquel elle était primitivement reliée. En même temps que ce processus suit son cours, les bâtonnets de la bordure en brosse subissent des modifications notables, et ils ne sont pas seulement comprimés, ainsi que le pense Van Gehuchten. *Le produit d'excrétion est donc, en définitive, formé non seulement par les substances que la cellule a élaborées à ses propres dépens, mais encore par toute une portion de son corps protoplasmique.* Il

¹⁾ Ils devraient être soulevés comme ils le sont dans ces cellules des glandes tubuleuses annexes du médiintestin dont parle Van Gehuchten.

s'y ajoute encore normalement, dans le corps de Wolff, des noyaux déjà dégénérés ou qui dégénéreront après leur mise en liberté, et des cellules entières chassées hors de la place qu'elles occupaient dans l'épithélium¹⁾.

b) Organes à l'état pathologique.

Ce qu'il y a de plus remarquable dans les phénomènes d'excrétion que nous révèle l'étude des cellules glandulaires du rein primitif, c'est leur identité absolue avec ceux qu'a montrés l'examen de reins adultes profondément altérés. Ce fait m'avait frappé dès le début de mes recherches, aussi l'ai-je signalé dans ma note préliminaire, et il suffit pour le vérifier de consulter n'importe quel travail sur les altérations histologiques du rein. Je signalerai spécialement le texte et les figures des mémoires de Cornil et Brault²⁾, Lebedeff³⁾, Lorenz⁴⁾. Il est inutile que je transcrive ici des passages empruntés à chacun de ces auteurs, je me bornerai à choisir quelques citations dans Cornil et Brault et Lorenz; elles seront, je l'espère, assez démonstratives pour rendre évident ce que j'avance.

A propos de „l'état vacuolaire“ ou „altération vésiculeuse“ des éléments glandulaires des tubes contournés, que l'on rencontre dans les cas de néphrite aiguë, aussi bien que dans les néphrites chroniques, Cornil et Brault s'expriment ainsi: „Les cellules épithéliales des tubuli contorti forment partout un revêtement complet à la membrane hyaline des tubes: elles sont partout en place, on n'en trouve qu'un très petit nombre qui soient tombées dans la lumière du tube. Elles présentent des ventres en relief, clairs et vides, ou contenant au contraire une substance légèrement teintée ou grenue. La membrane cellulaire, soulevée du côté de la lumière du tube par cette distension de la cellule est

¹⁾ Van Gehuchten annonce avoir découvert les mêmes phénomènes de „sécrétion“ dans le tube digestif de la larve de mouche et il ajoute que M. Gilson les a constatés également dans différents objets. De mon côté je crois, autant du moins que j'ai pu en juger jusqu'alors, que c'est par ce processus que se fait l'excrétion dans le rein des Sélaciens et des Amphibiens (qui n'est, on le sait, qu'un mésonéphros) et dans la glande verte de l'écrevisse.

²⁾ Cornil et Brault, loc. cit. p. 29, 33, 35. Pl. I, II, III, IV, XII.

³⁾ Lebedeff, loc. cit.

⁴⁾ Lorenz, loc. cit. p. 417 et 421.

très mince. Cette paroi peut même manquer et les cavités creusées dans les cellules s'ouvrent directement dans la lumière des canaux contournés“. Et plus loin: „La plupart des cavités creusées dans le protoplasma des cellules rénales sont remplies par une masse grenue qui s'en échappe à un moment donné, et qui, tombant dans la lumière du tube, constitue les petites boules plus ou moins claires ou teintées qu'on y observe“. Parlant ensuite de la fusion des cellules entre elles, conséquence ordinaire d'une inflammation chronique des cellules des tubes contournés, Cornil et Brault avancent que „cette fusion leur paraît être la conséquence d'une sécrétion avec chute de la partie de la cellule qui confine à la lumière du tube. Une portion du protoplasma cellulaire et les noyaux restent vivants et adhérents à la membrane hyaline des tubes“. Enfin, dans le paragraphe qui traite de l'hypertrophie des cellules des tubes contournés on lit que: „la tuméfaction exagérée, la formation dans les cellules de gouttelettes protéiques, déterminent à la fin une sorte de ramollissement et de fonte complète de leur protoplasma. Les cellules représentées en *i*, *u*, *l*, *r* (Pl. IV. fig. 1) sont prises sur le fait: elles sont en train de se ramollir et de verser leur contenu dans la lumière du tube urinaire. On voit dans les parties de leur protoplasma qui sont encore en place, des granulations protéiques, des noyaux et des boules protéiques très gonflées“.

Ces descriptions sont en tous points conformes à celles que méritent les éléments du corps de Wolff, il ne leur manque, pour être applicables aux cellules post-glomérulaires, que des renseignements sur les bordures en brosse. Ces renseignements, Lorenz nous les fournit d'une façon très explicite:

Dans les cas de congestion rénale consécutive à des affections valvulaires du coeur, à des anévrysmes de l'aorte... etc.) „l'épithélium qui revêt les tubes contournés ne forme plus une bordure continue et seulement légèrement ondulée, mais est composé de cellules généralement séparées, plus ou moins gonflées, saillantes dans la lumière du canalicule, et dont la bordure en brosse est en grande partie détruite... Toutes les cellules hypertrophiées qui ont dépassé une certaine hauteur sont dépouillées de leur bordure. On n'en voit plus trace sur la surface de l'élément, et ce n'est que sur les cellules moins gonflées que l'on

aperçoit encore au niveau des parties latérales un vestige de bordure sous la forme de bâtonnets irréguliers et très courts. Les cellules hautes de moins de $15\ \mu$ sont munies d'une brosse tout-à-fait normale et il s'en trouve aussi une dans les dépressions qui séparent les saillies cellulaires. Il semble donc que l'existence de cette formation soit liée à une certaine hauteur des éléments, et qu'elle disparaisse quand ceux-ci se gonflent“.

Lorenz examinant, quelques pages plus loin, l'état des reins dans certaines affections fébriles (pneumonie croupale, typhus abdominal) constate que les cellules sont hautes et saillantes dans la cavité du tube. „La zone superficielle du protoplasma devient de plus en plus claire et présente un aspect hyalin. Ces cellules tuméfiées ne portent jamais de bordure en brosse. Celle-ci néanmoins existe constamment sur les éléments bas qui les séparent et dans les fentes interposées. Relativement à la disparition des bâtonnets on peut faire deux suppositions: ou bien ils sont détachés par la poussée des cellules; ou bien la bordure est rompue au niveau du sommet de la convexité de la cellule gonflée qui s'élève alors, revêtue ou non d'une membrane, au travers de cet orifice. Ces deux hypothèses sont également soutenables... et s'appuient sur des faits d'observation“. Ces faits sont identiques à ceux que j'ai décrits. „La bordure en brosse des cellules basses s'élève sur une certaine étendue le long de la cellule saillante qu'elles entourent, puis cesse brusquement. Il y a des cellules renflées en massue dont le cou est entouré comme d'un anneau par une bordure“.

La démonstration est assez complète, je pense, et prouve surabondamment que j'avais raison de parler d'une *identité absolue* entre le mécanisme de l'excrétion dans le rein primitif normal et dans le rein adulte pathologique. *L'embryon de Mammifère se trouve donc par son rein dans les mêmes conditions qu'un adulte atteint de néphrite.* J'ajouterai même de néphrite intense, car les transformations histologiques qui, dans le corps de Wolff, sont étendues à la grande majorité des éléments glandulaires n'atteignent chez l'adulte une aussi forte proportion de cellules que dans des cas graves. L'histologie vient nous rendre compte d'un fait intéressant que la chimie permettait depuis longtemps déjà de pressentir, à savoir que l'embryon est albumi-

nurique. Le liquide amniotique renferme en effet divers composés albuminoïdes. Il contient, selon Gorup-Besanez¹⁾, de la globuline, une autre matière analogue à de la vitelline, de la sérine, de la paraglobuline . . . etc.; au total, d'après une analyse que rapporte ce chimiste, 3,50% d'albumine dans le liquide d'un œuf humain du septième mois. Ces composés albuminoïdes peuvent venir sans doute de diverses sources, mais nous sommes maintenant autorisés à penser qu'ils proviennent pour la plus grande partie des reins primitifs. Ce sont non seulement des substances que les cellules élaborent mais encore des déchets protoplasmiques et nucléaires.

Un tel processus d'excrétion, si désastreux d'ordinaire pour l'adulte, n'a pas les mêmes conséquences pour l'embryon. Il doit favoriser dans une large mesure la destruction progressive du rein primitif et être l'un des agents les plus actifs de sa disparition. Or celle-ci peut survenir sans inconvénient puisqu'à côté se développe un nouvel organe, le rein permanent, qui va accaparer la fonction urinaire et la réaliser dans d'autres conditions, par un mode différent.

Enfin, et c'est par ceci que je terminerai, une conclusion importante se dégage de la comparaison que je viens de faire. On a prétendu, et Van Gehuchten²⁾ le répète, „que les phénomènes pathologiques ne sont qu'une exagération³⁾ des phénomènes physiologiques“. Appliquée aux transformations que subissent les cellules des tubes contournés du rein adulte, cette formule n'est pas complète. Il convient de dire qu'ici les phénomènes pathologiques sont en même temps une reproduction intégrale de phénomènes qui sont physiologiques, soit à une autre période de la vie chez le même individu, soit chez d'autres espèces animales, dans le cas particulier, chez des animaux inférieurs. Un phénomène cellulaire, normal à un moment donné, chez un certain individu, peut être pathologique à un autre moment ou chez un individu différent, sans que la nature intime du phénomène change. Les conditions de circonstances et de milieu seules se sont modifiées.

¹⁾ Gorup-Besanez, Traité de chimie physiologique. Trad. de Schlagdenhaufen. T. II. p. 569.

²⁾ Van Gehuchten, loc. cit. p. 62.

³⁾ Le mot déviation serait en tous cas plus exact, car il n'y a pas toujours exagération, mais souvent tout le contraire.

Conclusions.

1^o Les canalicules du rein primitif chez les Mammifères peuvent être divisés en trois segments: a) un segment glomérulaire ou capsulaire; b) un segment post-glomérulaire dont l'épithélium fait suite par gradation insensible à l'épithélium du précédent, et c) un segment collecteur qui débouche dans le canal de Wolff. Les éléments glandulaires du segment post-glomérulaire sont caractérisés par l'existence sur leur face libre d'une bordure en brosse. Celle-ci est une formation primitive, dont toutes les cellules sont munies dès le début, et qui ne disparaît que dans certaines conditions. Les éléments du segment collecteur ne possèdent jamais de bordure en brosse.

2^o Toutes les cellules de ces deux segments sécrètent et excrètent d'une façon plus ou moins active. Partout le mécanisme de l'excrétion est le même et se traduit généralement par des modifications dans les caractères extérieurs de ces cellules. Deux cas peuvent se présenter. Dans le premier, le produit élaboré au sein du protoplasma, le produit de sécrétion en un mot, sort par la surface libre des cellules, en s'insinuant entre les bâtonnets de la bordure, sous la forme de fines gouttelettes qui tombent dans la lumière du tube. Il ne semble pas que ces gouttelettes repoussent devant elles une membrane.

Dans le second cas, le produit de sécrétion s'accumule en abondance et brusquement dans les mailles du réseau protoplasmique. La cellule tend à se gonfler, mais les éléments qui l'entourent réagissent sur elle et comme, d'autre part, elle se trouve maintenue à la périphérie par la membrane propre du tube, c'est du côté de la lumière du canalicule qu'elle fera saillie. Le liquide sécrété sera refoulé dans les couches superficielles du protoplasma. La bordure en brosse incapable de résister à cette poussée qui la fait bomber de plus en plus, se disjoint à l'endroit où la pression est la plus énergique et le corps protoplasmique gorgé de liquide fait hernie à l'extérieur sous forme d'une boule volumineuse. Les bâtonnets dont les caractères se sont modifiés se trouvent alors rejetés de toutes parts. Puis la boule se détache et devient libre, mettant ainsi à nu le protoplasma au quel elle était rattachée.

3° Il est possible, probable même, que le processus se renouvelle plusieurs fois pour une même cellule. Il n'est cependant pas nécessaire qu'elle se reconstitue dans son état primitif pour pouvoir sécréter et excréter encore. En tous cas, au bout d'une certaine période d'activité les éléments glandulaires se détruisent et sont remplacés par de nouvelles cellules provenant de la division des éléments anciens.

4° En se plaçant au point de vue général du fonctionnement des cellules glandulaires, on peut dire que les éléments des canalicules Wolffiens constituent un intermédiaire entre les cellules qui sont rejetées au dehors en totalité, pour former elles-mêmes le produit excrété (cellules des glandes sébacées par ex.), et les cellules qui, demeurant en place, éliminent la substance qu'elles ont élaborée. En effet, à chaque période d'excrétion elles abandonnent une partie de leur corps cellulaire, le reste avec le noyau conservant la propriété de vivre encore, de sécréter et d'excréter, jusqu'au moment de la dégénérescence finale.

Bibliographie.

Dans cet index je laisserai de côté tous les travaux qui n'ont pas trait directement aux bordures en brosse véritables ni au mécanisme spécial de l'excrétion.

Leydig. *Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Tiere*. Traduct. française par Lahillonne.

F. E. Schulz. *Epithel- und Drüsenzellen*. Arch. f. mikr. Anat. 1867. Bd. III. p. 145.

Nussbaum. *Fortgesetzte Untersuchungen über die Secretion der Niere*. Pflüger's Arch. 1878. Bd. XVII. p. 587.

Cornil. *Nouvelles observations histologiques sur l'état des cellules du rein dans l'albuminurie*. Journal de l'Anat. et de la Physiol. 1879. T. XV. p. 402.

Klein. *Histological notes*. Quarterly Journal of micr. sc. 1881. p. 231.

Solger. *Beiträge zur Kenntnis der Niere und besonders der Nierenpigmente niederer Wirbeltiere*. Abhandl. d. naturf. Gesellsch. zu Halle. 1882. Bd. XV.

Heidenhain. *Hermann's Handbuch der Physiologie*. Bd. V. 1883.

Grobbs. *Morphologische Studien über den Harn- und Geschlechtsapparat . . . der Cephalopoden*. Arbeiten aus dem zool. Inst. zu Wien. 1883. Bd. V.

Renson. *Contribution à l'embryologie des organes d'excrétion des Oiseaux et des Mammifères*. Thèse de Bruxelles. 1883.

Lebedeff. *Zur Kenntnis der feineren Veränderungen der Niere bei der Hämobinausscheidung*. Virchow's Archiv. 1883. Bd. XCI.

Gibbes. *Histological notes*. Quarterly Journal of micr. sc. 1884.

- Cornil et Brault. Etudes sur la pathologie du rein. Paris. 1886.
- Griffini. Contribution à la pathologie du tissu épithélial cylindrique. Arch. ital. d. biol. 1884. T. V.
- J. Frenzel. Ueber Bau und Thätigkeit des Verdauungskanales der Larve des *Tenebrio molitor* . . . etc. Berliner entomol. Zeitschr. 1882. Bd. XXVI.
- Id. Ueber die Mitteldarmdrüse der Crustaceen. Mittheil. aus d. zool. Station zu Neapel. 1884. Bd. V.
- Id. Ueber einige in Seetieren lebende Gregarinen. Arch. f. mikr. Anat. 1885. Bd. XXIV.
- Id. Ueber die Mitteldarmdrüse (Leber) der Mollusken. Arch. f. mikr. Anat. 1885. Bd. XXV.
- Id. Ueber den Darmkanal der Crustaceen, etc. Arch. f. mikr. Anat. 1885. Bd. XXV.
- Id. Einiges über den Mitteldarm der Insecten, sowie über Epithelregeneration. Arch. f. mikr. Anat. 1886. Bd. XXVIII.
- Id. Zum feineren Bau des Wimperapparates. Arch. f. mikr. Anat. 1886. Bd. XXVIII.
- Janošik. Histologische-embryologische Untersuchungen über das Urogenitalsystem. Sitz d. Kais. Acad. d. Wiss. zu Wien. 1885. Bd. XCI.
- Langhans. Ueber die entzündlichen Veränderungen der Glomeruli und die acute Nephritis. Virchow's Arch. 1885. Bd. XCIX.
- Sommer. Ueber *Macrotoma plumbea*. Beiträge zur Anatomie der Poduriden. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1885. Bd. XLI.
- Marchand. Tageblatt d. Versamml. d. Naturf. u. Aerzte in Strassburg. 1885.
- Nissen. Ueber das Verhalten der Kerne in den Milchdrüsenzellen bei der Absonderung. Arch. f. mikr. Anat. 1886. Bd. XXVII.
- Tornier. Ueber den Bürstenbesatz an Drüsenepithelien. Arch. f. mikr. Anat. 1886. Bd. XXVII.
- Ranvier. Le mécanisme de la sécrétion. Journal de micrographie. 1886—1887—1888.
- Nussbaum. Ueber den Bau und die Thätigkeit der Drüsen. Arch. f. mikr. Anat. 1886. Bd. XXVII.
- Oertel. Ueber die Bildung von Bürstenbesätze an den Epithelien diphteritisch erkrankter Nieren. Arch. f. mikr. Anat. 1887. Bd. XXIX.
- Id. Die Pathogenese der epidemischen Diphterie. Leipzig. 1887.
- Kruse. Ein Beitrag zur Histologie der gewundenen Harnkanälchen. Virchow's Arch. 1887. Bd. CIX.
- Id. Ueber Stäbchensäume an Epithelzellen. Inaug.-Diss. Berlin. 1888.
- Werner. Einwirkung der Galle und gallensauren Salze auf die Niere. Arch. f. experiment. Pathol. u. Pharmac. 1887. Bd. XXXI.
- Dogiel. Ueber den Bau des Geruchsorganes bei Ganoïden, Knochenfischen und Amphibien. Arch. f. mikr. Anat. 1887. Bd. XXIX.
- Nicolas. Sur quelques détails relatifs à la morphologie des éléments épithéliaux du corps de Wolff. Cptes. rend. Soc. d. Biol. 1888.
- Heidenhain. Beiträge zur Histologie und Physiol. der Dünndarmschleimhaut. Pflüger's Arch. Suppl. Heft. 1888. Bd. XLIII.
- Lukjanow. Notizen über das Darmepithel bei *Ascaris mystax*. Arch. f. mikr. Anat. 1888. Bd. XXXI.

- Bolsius. Recherches sur la structure des organes segmentaires des Hirudinées. La Cellule. 1889. T. V.
- Nagel. Ueber die Entwickel. d. Urogenitalsystems des Menschen. Arch. f. mikr. Anat. 1889. Bd. XXXIV.
- Lorenz. Untersuchungen über den Bürstenbesatz und dessen Bedeutung an normalen und pathologischen Nieren. Zeitsch. f. klin. Medicin. 1889. Bd. XV.
- Hansemann. Bemerkungen im Anschluss an diese Arbeit. Centralblatt f. klin. Medicin. 1889. No. 18.
- Grandis. Sur les modifications des épithéliums glandulaires pendant la sécrétion. Arch. ital. de biol. 1890. T. XIV.
- Altmann. Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen. Leipzig. 1890.
- Van Gehuchten. Recherches histologiques sur l'appareil digestif de la larve de le *Ptychoptera contaminata*. La Cellule. T. VI. 1890.
- Id. Le mécanisme de la sécrétion. Anat. Anz. 1891. No. 1.
- Nicolas. Recherches sur l'épithélium de l'intestin grêle. Journal internat. d'Anat. et de Physiol. 1891. T. VIII.
- Gorup-Besanez. Traité de chimie physiologique. Trad. de Schlagdenhaufen.

Explication des figures des pl. XXVI—XXIX.

Les détails principaux de toutes les cellules représentées ont été reproduits à l'aide de la chambre claire de Malassez, le microscope (I^a de Zeiss) incliné à 45° et l'image projetée sur la table de travail.

Toutes les figures de la planche XXVI ont été dessinées avec l'objectif de Zeiss de 1,60 d'ouverture numérique (2,5 de distance focale) et l'oculaire compensateur No. 8.

Dans la planche XXVII les figures 15, 16, 20 et 21 sont dessinées avec le même objectif et le même oculaire; les fig. 13 et 19 avec l'objectif apochromatique de Zeiss de 1,30 d'ouverture numérique et 2,0 de distance focale combiné à l'oculaire compensateur No. 6; les fig. 14, 17, 18 avec le même objectif et l'oculaire No. 8.

Dans les planches XXVIII et XXIX toutes les figures sont dessinées avec l'objectif 1,30 (ouv. num.) et l'oculaire No. 8, sauf celles numérotées 22, 23, 28 et 34 pour lesquelles j'ai employé l'objectif 1,60 (ouv. num.)

J'ai indiqué au paragraphe: Méthodes, les réactifs mis en usage. Les figures 4 et 27 sont empruntées à des coupes de pièces fixées par l'acide osmique en vapeur; toutes les autres à des préparations traitées par le liquide de Flemming. Comme ce dernier réactif m'a donné les meilleurs résultats je n'ai pas jugé à propos de reproduire des spécimens moins instructifs de coupes traitées par d'autres mélanges. Enfin dans tous les dessins les colorations nucléaires sont représentées d'après les teintes que fournit l'emploi de la phéno-safranine.

Pl. XXVI.

Fig. 1 et 3. Embryon de brebis, 15 mm. Segment post-glomérulaire. Cellules au repos excrétoire.

Fig. 2. Embryon de porc, 14 mm. Idem.

Toutes les autres figures représentent également des éléments du segment post-glomérulaire.

Fig. 4. Embryon de lapin, 20 mm. Expulsion de gouttelettes multiples, sans déformation sensible du corps cellulaire.

Fig. 8 et 9. Embryon de brebis, 30 mm. La fig. 9 représente la mise au point superficielle de la cellule de gauche de la fig. 8. Dislocation de la bordure en brosse. Hernie du corps cellulaire sous forme d'une boule imbibée de liquide.

Fig. 10. Embryon de brebis, 35 mm. Même explication que pour la fig. 8.

Fig. 11 et 12. Embryon de brebis, 50 mm. Même explication. Chacune des trois cellules de la fig. 12, rend compte des différents aspects suivant la mise au point.

Fig. 7. Embryon de brebis, 50 mm. Les boules saillantes sont tombées dans la lumière du tube, laissant à nu le protoplasma.

Fig. 6. Embryon de brebis, 35 mm. A droite, cellule débarrassée de son produit d'excrétion; à gauche, cellules vues par leur périphérie.

Fig. 5. Embryon de brebis, 39 mm. La cellule du milieu montre sans doute un stade du retour à l'état de repos.

Pl. XXVII.

Toutes les figures, sauf 20 et 21, représentent des éléments du segment post-glomérulaire.

Fig. 13. Embryon de brebis, 23 mm. Portion de canalicule dont tous les éléments sont en voie d'excrétion. Aspect varié des cellules suivant que la coupe les a atteintes dans un sens ou dans l'autre.

Fig. 14. Embryon de porc, 14 mm. Cellules au repos excrétoire, au milieu d'elles un élément en voie d'excrétion atteint tangentiellement par le rasoir.

Fig. 15. Embryon de brebis, 50 mm. Vue en plan des boules saillantes sectionnées parallèlement à la surface de l'épithélium. On remarque que chacune d'elles est entourée d'une couronne de cils. Ceux-ci se présentent tantôt suivant leur longueur, tantôt coupés en travers sous forme de points.

Fig. 16. Embryon de brebis, 35 mm. Plusieurs stades de l'excrétion ou de retour à l'état de repos (?).

Fig. 17 et 18. Embryon de lapin de 17 jours. Aspect particulier des éléments glandulaires dans certains segments post-glomérulaires.

Fig. 19. Embryon de brebis, 18 mm. Cellules en voie d'excrétion. Les bordures en brosse sont devenues homogènes, comprimées et refoulées qu'elles sont entre les cellules disloquées.

Fig. 20 et 21. Embryon de porc 14 mm. Eléments glandulaires du segment collecteur. Les aspects sont les mêmes que dans le segment post-glomérulaire avec les bordures en brosse en moins. Cellules et noyaux comprimés en train de quitter leur place.

Pl. XXVIII.

Fig. 22 et 29. Embryon de veau, 60 mm. Segment post-glomérulaire.

Fig. 23. Embryon de brebis, 35 mm. Idem.

Fig. 31, 32, 33. Éléments cellulaires et boules excrétés, libres dans la lumière des canalicules. Embryon de veau, 60 mm.

Toutes les autres figures représentent des éléments du segment collecteur.

Fig. 24, 25 et 26. Embryon de brebis, 35 mm. Dégénérescences nucléaires.

Fig. 27. Embryon de brebis, 24 mm. Décomposition du protoplasma en bâtonnets.

Fig. 28. Embryon de veau, 60 mm.

Fig. 30. Embryon de brebis, 18 mm. Grains safranophiles.

Fig. 34. Embryon de porc, 14 mm.

Pl. XXIX.

Tous les éléments figurés appartiennent au segment collecteur.

Fig. 35. Embryon de porc, 32 mm. Cellule à protoplasma dense, pourvue d'une garniture en brosse, intercalée à des éléments nus.

Fig. 37, 45 et 46. Embryon de porc, 14 mm.

Fig. 38. Embryon de veau, 60 mm. Cellules sur le point de devenir libres. Deux d'entre elles possèdent, entre le noyau et l'extrémité profonde, un petit corpuscule sphérique (sphère attractive).

Fig. 43. Embryon de brebis, 23 mm. Cellules munies d'un mince liséré superficiel, homogène.

Toutes les autres figures sont dessinées d'après des coupes d'embryons de lapin de 15 à 20 mm. Elles rendent compte du mode d'excrétion par saillie d'une boule qui se détache.

La fig. 39 est une coupe tangentielle. Elle représente deux cellules à protoplasma dense, comprimées par les éléments vésiculeux environnants. Les fig. 42, 44, 47 et 48 montrent ces mêmes cellules sous différents aspects en coupes perpendiculaires à la surface de l'épithélium.



Ueber die concentrischen Körper der Mandelknoten

von

Peter Dmitriewsky.

(Aus dem histologischen Laboratorium der Universität zu Tomsk.)

Hierzu Taf. XXX.)

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Mandelknoten bei Wölfen, Hunden, Katzen und Bären stiess ich auf besondere Bildungen, die bis zu einem gewissen Grade an die sogenannten Hassall'schen concentrischen Körper erinnerten. Die Structur der Mandelknoten bei Menschen und anderen Tieren studierend, hat Stöhr¹⁾ die Thatsache der Uebersiedelung der Leukocyten aus dem Parenchym des Organes an die Oberfläche der Mundhöhlenschleimhaut wahrgenommen, wobei nach seinen Beobachtungen beim Durchgange durch das Epithel das letztere von den Leukocyten stellenweise zerstört wird und seine Schichtung einbüsst. Ueber die obenerwähnten Bildungen aber fand ich bei Stöhr keinerlei Hinweis, weshalb ich es nicht für uninteressant halte, über dieselben in der vorliegenden Notiz Mitteilung zu machen.

Als Objecte zu meinen Untersuchungen dienten mir, wie ich bereits erwähnt habe, Mandelknoten von Wölfen, Hunden, Katzen und Bären. Das Alter der Tiere war ein verschiedenes. Für gewöhnlich wurden aus den Mandeln, die vorläufig in Müller'scher Flüssigkeit oder in

¹⁾ Stöhr, Zur Physiologie der Tonsillen. Biolog. Centralblatt. Bd. II. pag. 368—370. 1882. Stöhr, Ueber die peripheren Lymphdrüsen. Sitzungsberichte der phys. med. Gesellsch. zu Würzburg pag. 186. Jahrgang 1883. Stöhr, Ueber Mandeln und Balgdrüsen. Virchow's Archiv. Bd. 97. pag. 211. 1884.

Alkohol erhärtet waren, Schnitte nach verschiedenen Richtungen gemacht und darauf mit Alaun-Haematoxylinlösung, Pikrocarmin nach Hoyer, Safranin und anderen Farbstoffen gefärbt; ausserdem wurden auch Mandelknoten mit injicierten Gefässen untersucht.

Fast in allen Präparaten hatten die beschriebenen Bildungen eine runde oder längliche Form, lagen unmittelbar unter dem Epithel und zwar am häufigsten dort, wo die Schleimhaut der Mundhöhle, eine Umwendung machend, sich in das Parenchym der Organe vertieft; seltener fand ich sie von dem Epithel entfernt näher an den Schleimdrüsen der Mandelknoten liegend; bald waren sie einzeln, isoliert, bald in Häufchen zu zwei bis vier, bald endlich erschienen sie in einzelne Zellen zerfallen, aus denen sie bestehen.

In den Organen junger Tiere annähernd bis zu dreiwöchentlichem Alter, fand ich keine solchen Bildungen, bei Katzen aber blieben zuweilen auch bei bedeutend reiferem Alter meine Nachforschungen vergebens. Bei diesen wie bei jenen Tieren fand ich allerdings die Epitheldecke der Mandelknoten mit Lymphoidzellen infiltriert.

An einigen Präparaten konnte man ausser diesen Körpern, ich will sie concentrische nennen, sehen, wie die Epithelzellen der Schleimhaut in das Parenchym der Organe in Form von mehr oder weniger länglichen Strängen eindringen, die entweder ganz ohne Verbindung mit den concentrischen Körpern waren, oder aber im Gegenteil mit denselben zu endigen schienen (Fig. 1 und 2). Bei stärkerer Vergrösserung (Objectiv 8*a*, Reichert) dieser vorzugsweise mit Hoyer's Pikrocarmin oder Alaun-Haematoxylinlösung gefärbten Präparate konnte man leicht sehen, dass diese Bildungen nichts anderes als concentrisch übereinander geschichtete Epithelzellen waren, die hierher, offenbar, aus der Epitheldecke der Knoten gelangt waren; man kann sie mit Hassall's concentrischen Körpern der Thymus vergleichen.

In der beigefügten Fig. 1 (Taf. XXX), die einen Teil eines Querschnittes des Mandelknotens eines Wolfes darstellt, kann man bei geringer Vergrösserung (Objectiv 4, Reichert) sehr gut einen von solchen concentrischen Körpern ovaler Form (*a*) sehen, ferner, dass dieser Körper aus übereinandergeschichteten Epithelzellen besteht, sowie auch, dass er sich nicht weit von der mit Lymphoidzellen (*b*) infiltrierten

Epitheldecke, mit ihr durch einen Epithelstrang (*c*) verbunden, befindet; mehr unten auf derselben Figur sehen wir drei vereinzelt liegende Epithelzellen (*d*). Das Präparat war mit Hoyer's Pikrocarmin gefärbt.

Bei Zerzupfung derartiger Präparate konnte man leicht den Zerfall der concentrischen Körper in einzelne Epithelzellen sehen.

Fig. 2 zeigt uns einen Teil eines Längsschnittes des Mandelknotens eines Hundes. Hier finden wir die obenerwähnten Epithelstränge (*a*) scharf hervortretend; die Blutgefäße (*b*) sind mit Injectionsmasse gefüllt und in Form von schwarzen Bändern abgebildet; die Epitheldecke des Knotens ist mit Lymphoidzellen (*c*) infiltriert. Das Präparat war mit Hoyer's Pikrocarmin gefärbt und bei Reichert's Objectiv No. 4 abgezeichnet.

Fig. 3, einen Teil eines Querschnittes der Mandel eines Wolfes bei Reichert's Objectiv 1*a* darstellend, zeigt uns vier concentrische Körper (*a*), von runder und ovaler Form, die näher an den Schleimdrüsen des Mandelknotens (*b*) gelagert sind. Das Präparat war mit Alaun-Haematoxylinlösung behandelt.

Fig. 4 endlich stellt einen kleinen Teil des Mandelknotens eines Hundes dar, mit Reichert's Objectiv 8*a* gezeichnet. Hier sehen wir zwei concentrische Körper (*a*) sowie Zellen, aus denen sie bestehen, mit scharf hervortretenden Kernen; neben dem einen von ihnen liegt eine Gruppe von Epithelzellen (*b*). Das Präparat war mit Alaun-Haematoxylinlösung gefärbt.

Alle vier Zeichnungen wurden mittels der Camera lucida angefertigt.

In dem oben Geschilderten bemühte ich mich alles wesentliche, was mir an den sorgsam hergestellten Präparaten zu beobachten gelungen war, kurz zusammenzufassen.

In Bezug auf die Ursachen, die bei der Bildung der beschriebenen concentrischen Körper in Frage kommen, können bis jetzt nur mehr oder weniger wahrscheinliche Annahmen aufgestellt werden.

Die Bildung dieser Körper von den Endothelien der Blut- und Lymphgefäße abzuleiten, wie es Afanassiew¹⁾ in Bezug auf die Hasall'schen Körper der Thymus thut, liegt kein Grund vor, zumal an den

¹⁾ Afanassiew, Ueber die concentrischen Körper der Thymus. Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. XIV. 1877.

Injectionpräparaten nichts eine solche Annahme bestätigendes wahrgenommen werden konnte.

Die Beteiligung irgend welcher niederer Organismen an der Bildung der beschriebenen Körper kann allerdings wahrgenommen werden; ich möchte mich jedoch weder für die eine noch für die andere Annahme irgendwie positiv aussprechen. Es scheint mir die Voraussetzung vielleicht wahrscheinlicher zu sein, dass die Lymphoidzellen der Mandelknoten selbst eine integrierende Rolle bei der Bildung der concentrischen Körper spielen. Da wir an denjenigen Stellen, wo das Epithel zerstört ist, in grosser Zahl Lymphoidzellen antreffen, und sie die ganze Masse des Epithels durchdringen, so können wir, wie es mir scheint, mit Recht annehmen, dass eben diese Lymphoidzellen als die wirkende Ursache der Entstehung der Epithelzellen in den entfernteren Teilen des Organes auftreten: indem sie durch die Zellen der Epitheldecke dringen, drängen sie die letzteren nach dem Inneren des Organs hin. Die Zellen der Epitheldecke werden dadurch gezwungen sich einander zu nähern und, zusammengedrückt, sich in die Form von concentrischen Körpern zu lagern.



Referate

von

W. Krause.

Quain's *Elements of Anatomy*, edited by E. A. Schäfer and G. D. Thane. 10th edit. 8°. London, 1891. Longmans. Green, a. Co. Vol. I. P. II. General Anatomy or Histology by E. A. Schäfer. XVI and 260 ps. With 290 figs.

Die neunte Auflage des berühmten Lehrbuches erschien 1882, die ersten Lieferungen der 10. Auflage wurden bereits früher (diese Monatsschrift. Bd. VIII. H. 3. S. 136) angezeigt. Wenn irgendwo gab es in der Histologie viel umzuarbeiten und der Verf. hat sich der schwierigen Aufgabe mit dem Geschick unterzogen, wie es nur einem erfahrenen Lehrer möglich war, Viele neue Originalfiguren fallen zunächst ins Auge; die Histologie der quergestreiften Muskelfasern ist auf Grund einer in dieser Monatsschrift (Bd. VIII. H. 5. S. 177) erschienenen Specialarbeit des Verf.'s neu bearbeitet worden. Auffallend war dem Ref. darin, dass in Betreff der Querlinien jetzt zwar Dobie mehr oder weniger an die Stelle von Amici getreten ist, dass aber die Mitteilung von Goodfellow (London physiological Journal. January 1844) immer noch nicht berücksichtigt wird, so oft sie Ref. auch schon erwähnt hat. Ob dies wirklich die allererste Beschreibung jener Querlinien ist, vermag Ref. freilich auch heute nicht zu sagen, bevor nicht die ältere Litteratur speciell darauf untersucht worden ist; nur über die zahlreichen englischen Mittheilungen dieser Art hat Ref. (die motorischen Endplatten der quergestreiften Muskelfasern. Hannover 1869 S. 34—35) ausführlich berichtet, ohne Nachfolger zu finden, so viel auch in historischen Zusammenstellungen gearbeitet worden ist (vergl. darüber z. B. Retzius). Dass die Darstellung von Goodfellow damals den Referenten der Jahresberichte nicht einleuchten wollte, ist begreiflich, Aehnliches ist oft genug vorgekommen, kann aber doch heute kein Grund mehr sein, die erstere zu ignorieren. — Die (thierischen) Zellen definiert der Verf. als Körperchen von mikroskopischen Dimensionen (aber das Straussenei? — Ref.), die aus Protoplasma und Kern bestehen. — Die Kapitel-Einteilung der Gewebe etc. ist folgende: Epithelialgewebe, Binde-substanzen, Muskelgewebe, Nervengewebe, Blutgefässe, Lymphgefässe, Lymphdrüsen, seröse Häute, Synovialhäute, Drüsen, Schleimhäute, äussere Bedeckung. Ohne Zweifel wird die vorliegende Auflage an Erfolg den früheren neun nicht nachstehen.

L. Testut, *Traité d'anatomie humaine*. Anatomie descriptive, Histologie, Développement. 8°. Paris. O. Doin. T. II. 1er. Fasc. Angéiologie. 1890. II et 299 pp. Avec 131 fig. — 2e Fasc. Névrologie. 1891. 597 pp. Avec 377 fig. dans le texte dont 279 tirés en plusieurs couleurs.

Der erste Band dieses prachtvoll illustrierten Handbuches wurde bereits früher (diese Monatsschrift. 1889. Bd. VI. H. 10. S. 442) besprochen, das Werk liegt jetzt bis auf die Splanchnologie fertig vor. Zunächst ist ein sehr begreiflicher Druckfehler zu erwähnen: S. 165 l. quadriceps statt triceps (femoris). Die Darstellung hat alle die früher hervorgehobenen Vorzüge, die Abbildungen aber haben sich noch erheblich verbessert, sie sind nicht nur in hohem Grade klar und instructiv, sondern auch mit feinem Geschmack in der Farbenwahl ausgeführt, was man nicht von allen modernen Handbüchern behaupten kann. Gerade bei der Veranschaulichung von Arterien, Venen, Nerven und ihren topographischen Bezeichnungen kann kein zu hoher Wert auf eine zweckmässige, wenn auch nicht gerade billige Colorierung gelegt werden. Auf die Einzelheiten eines ausführlichen anatomischen Handbuches einzugehen, ist an diesem Orte natürlich unthunlich. Den im I. Bande festgehaltenen genetischen Standpunkt führt der Verf. — zum ersten Mal in einem französischen Handbuch — consequent durch. Auch die Varietäten und ihre chaotische Litteratur werden ausführlich berücksichtigt; besonders wichtig sind ja die arteriellen Anomalien und gerade auf diesem Gebiete haben die Franzosen stets Ausgezeichnetes geliefert. Eingehende Darstellung der mikroskopischen Structur des centralen Nervensystems kann in einem Handbuch der descriptiven Anatomie wohl nicht gefordert werden, aufmerksam machen möchte aber Ref. (für die nächste Auflage) auf die Fig. 821, S. 521. Sie stellt den Hintergrund des Bulbus dar, die Fovea centralis erscheint darin um 2 mm zu weit nach der lateralen Seite des Bulbus gerückt und unglücklicher Weise ist der Fehler im begleitenden Text nicht berücksichtigt worden. — Ref. wiederholt, dass dem elegant ausgestatteten Werk die weiteste Verbreitung zu wünschen ist.

J. von Plessen u. J. Rabinovicz, *Die Kopfnerven von Salamandra maculata* im vorgerückten Embryonalstadium. 4. München. Lehmann 20 S. Mit 2 Doppeltafeln u. 4 Zinkographien im Text.

Auf Serienschnitten die sämtlichen Kopfnerven eines Tieres zu verfolgen ist wohl noch niemals durchgeführt, die Verff. haben es bei 2,5—3 cm langen Embryonen von *Salamandra maculosa* erreicht und erstere in ihrem sehr schön ausgestatteten Werk übersichtlich dargestellt. Als von allgemeinem Interesse wäre zu erwähnen, dass aus dem Ganglion acusticofaciale die Nn. facialis u. acusticus gemeinsam entspringen, wie sie als einheitliche Wurzel aus der Medulla hervorgehen. Der Glossopharyngeus hat kein gesondertes Ganglion, der Nn. vagus hat drei starke und noch 2—3 schwache weiter caudalwärts entspringende Wurzeln. Gefärbt wurde mittels einer Modification der Kultschitzky'schen Haematoxylinmethode.

Nouvelles universitaires.*)

Der ausserordentliche Professor S. Exner in Wien ist zum ordentlichen Professor der Physiologie und Director des physiologischen Institutes daselbst ernannt worden.

Der ausserordentliche Professor der Physiologie an der Universität zu Wien, Dr. E. Fleischl von Marxow ist, 46 Jahre alt, am 22. October daselbst gestorben; die Todesursache war in letzter Instanz in einer unter Anatomen nicht seltenen Leichenvergiftung zu suchen.

Der emeritirte Professor der Physiologie E. von Brücke in Wien ist daselbst am 7. Januar 1892 gestorben; er war 1819 geboren.

Der Professor der Anatomie und Ethnologie zu Paris A. Quatrefages de Bréau, geb. 1810, ist an Lungenentzündung gestorben.

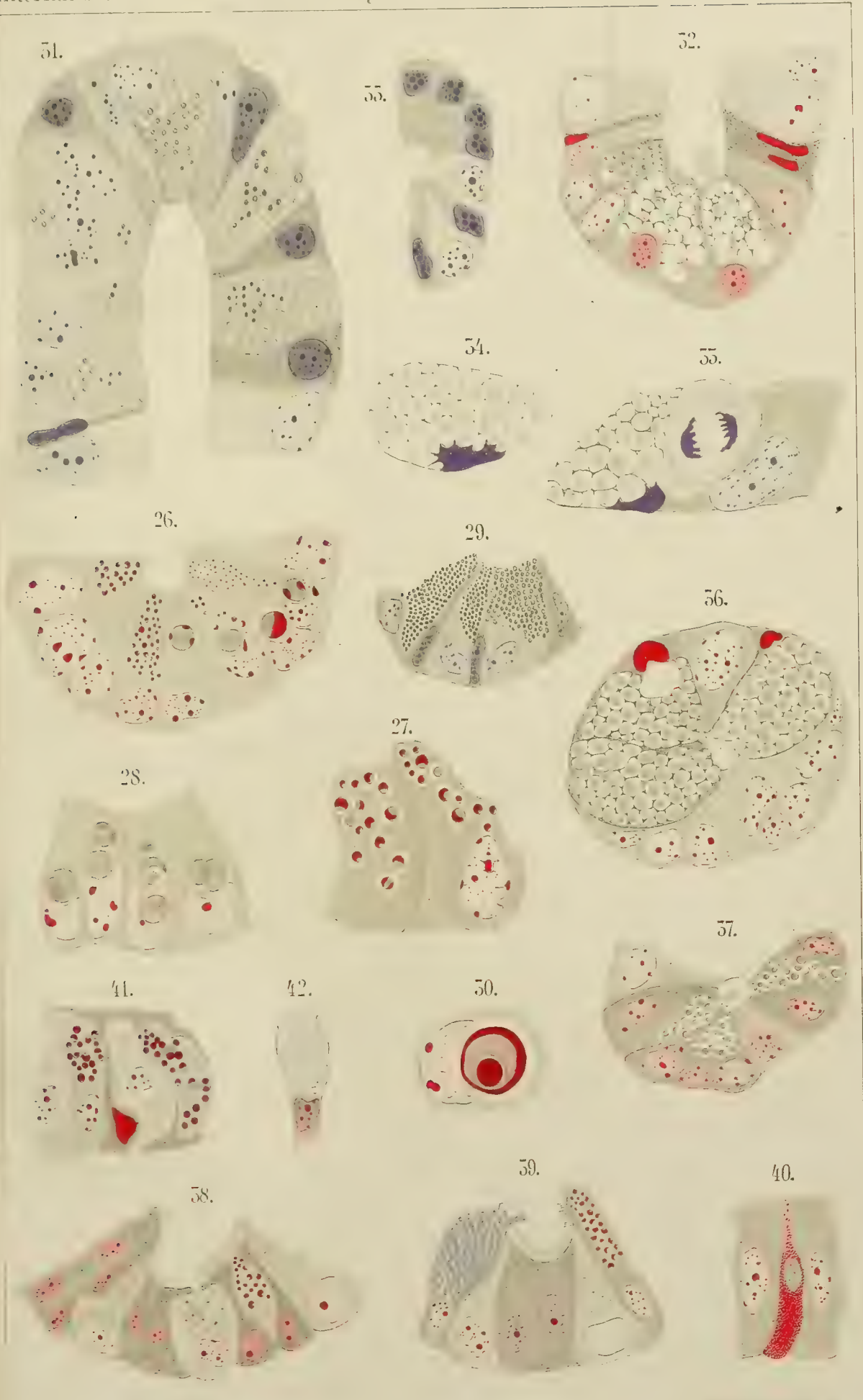
Der Professor der Physiologie H. N. Moseley in Oxford ist, 47 Jahre alt, am 10. November gestorben.

*) Nous prions instamment nos rédacteurs et abonnés de vouloir bien nous transmettre le plus promptement possible toutes les nouvelles qui intéressent l'enseignement de l'Anatomie et de la Physiologie dans les facultés et universités de leur pays. Le „Journal international mensuel“ les fera connaître dans le plus bref délai.







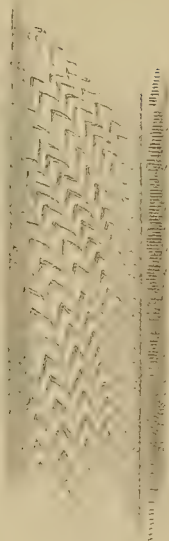




D

B.

A.



5.

7.



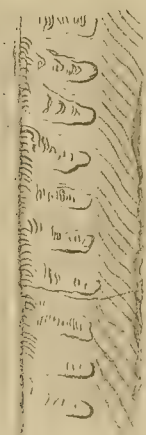
E.

D.



C.

D.



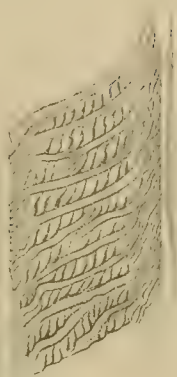
8.



6.

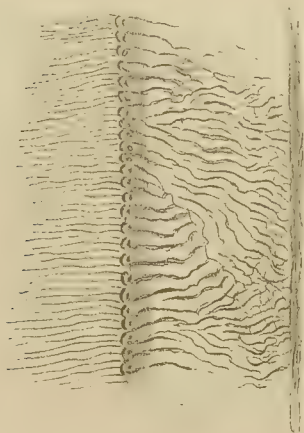
C.

D.



3.

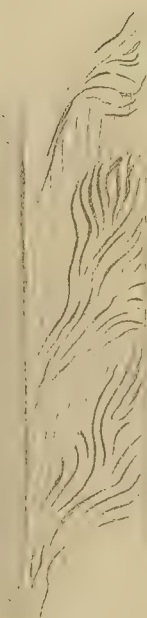
9.



11



14.



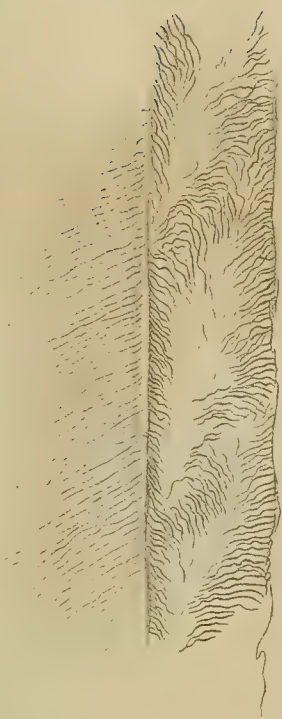
12.



10.



13.



15.

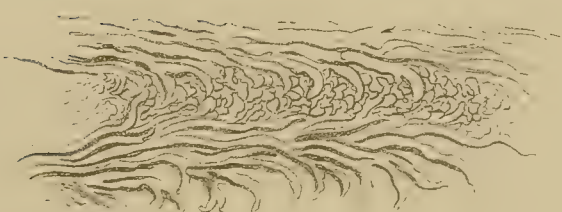


Fig. 1.

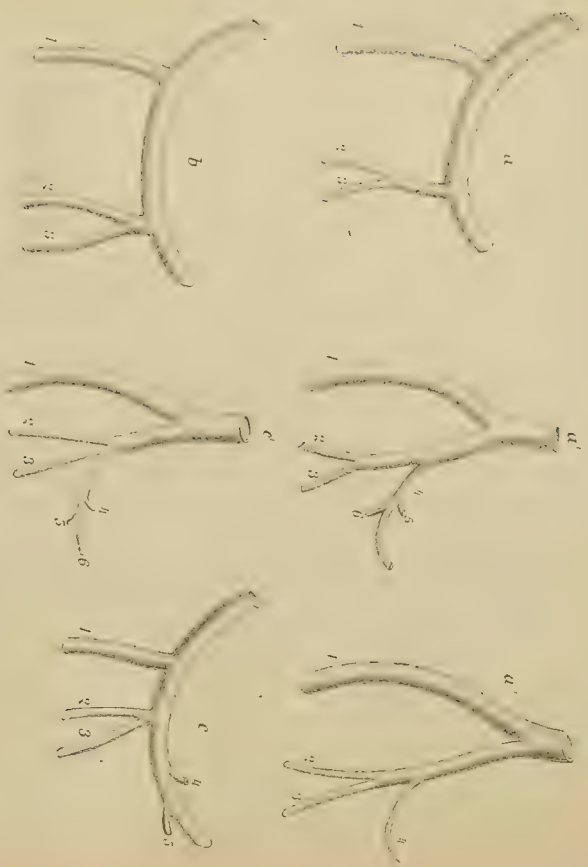


Fig. 1.

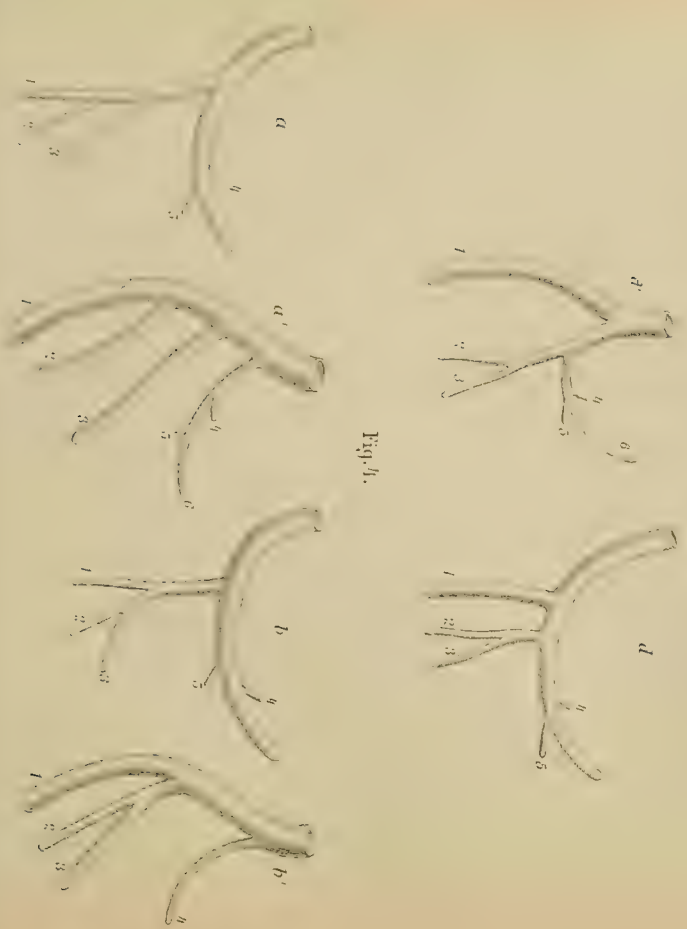


Fig. 2.

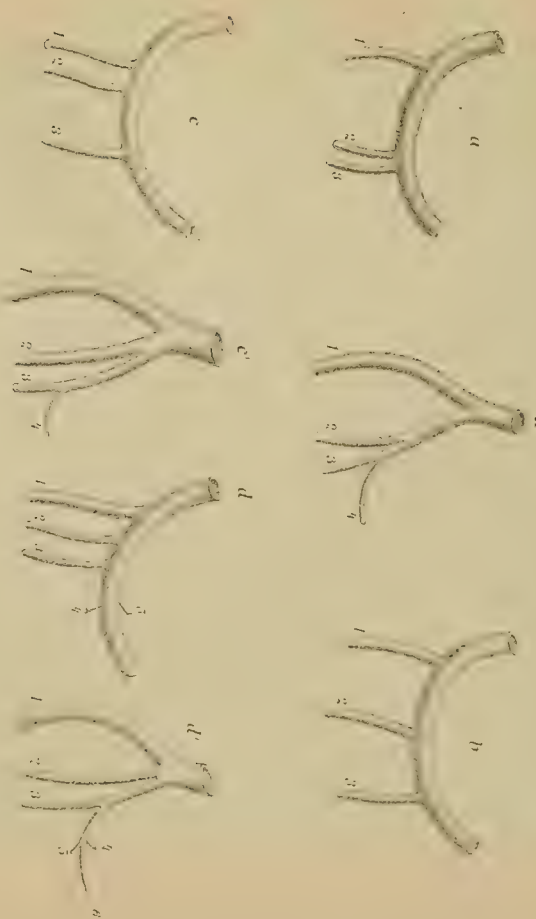


Fig. 3.



Fig. 1.

a

b

c

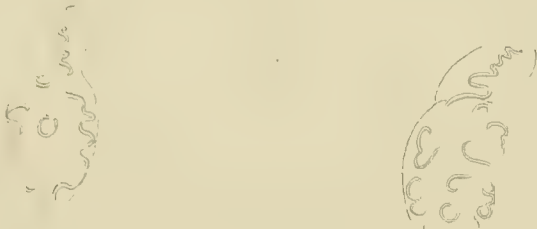


Fig. 2.

a

b

c

d

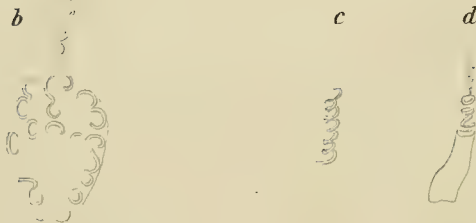
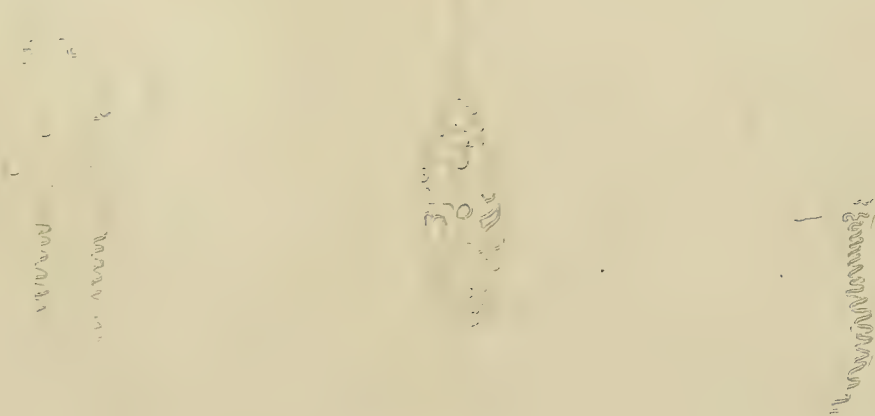


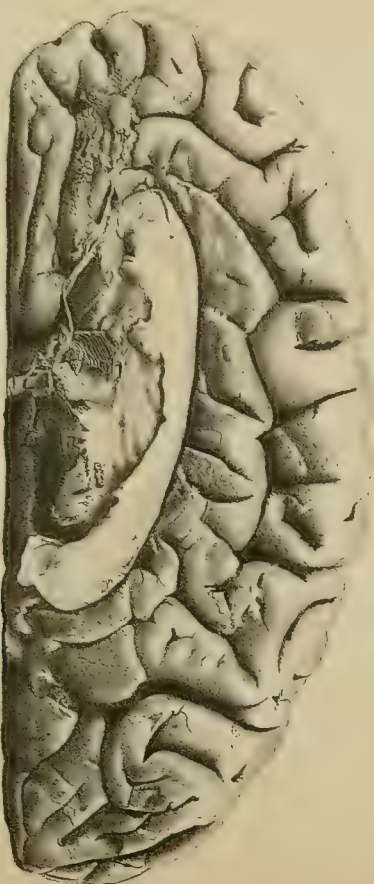
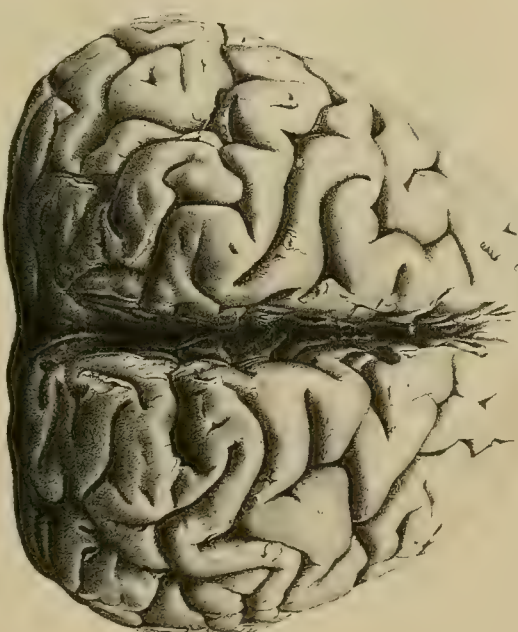
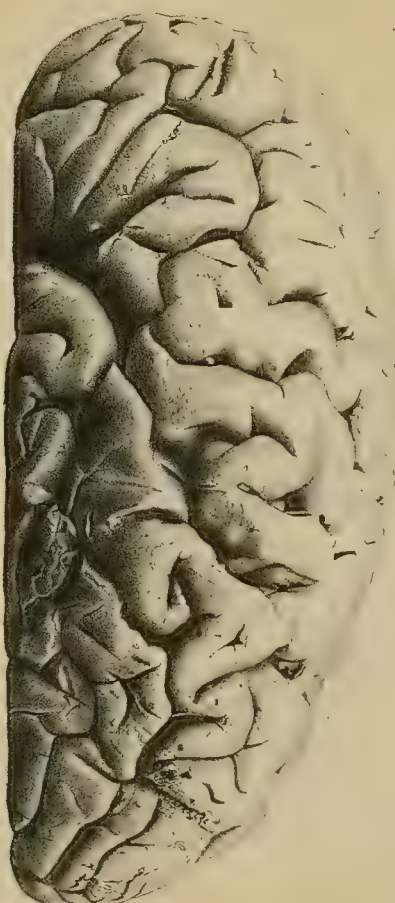
Fig. 3.

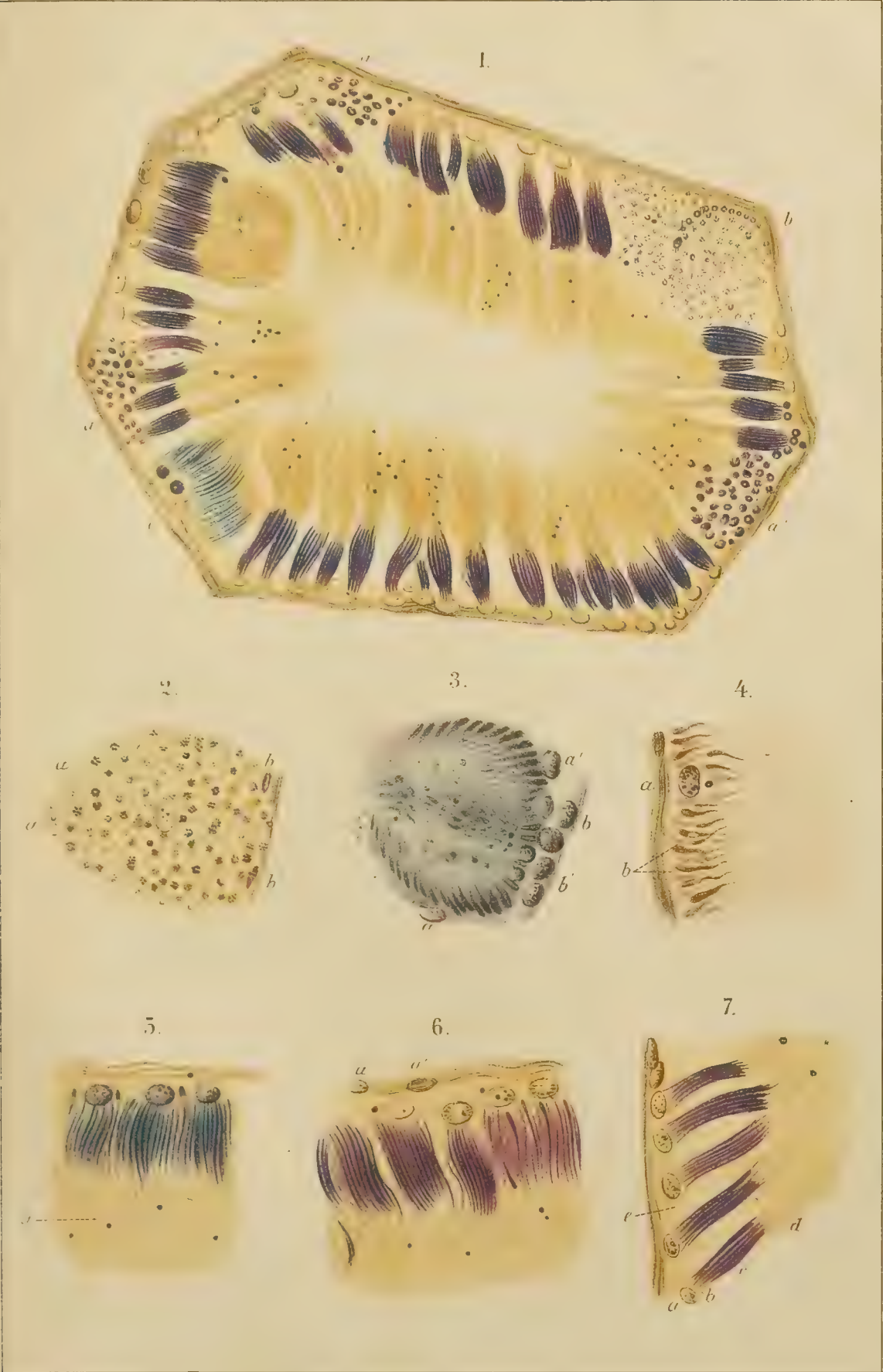
a

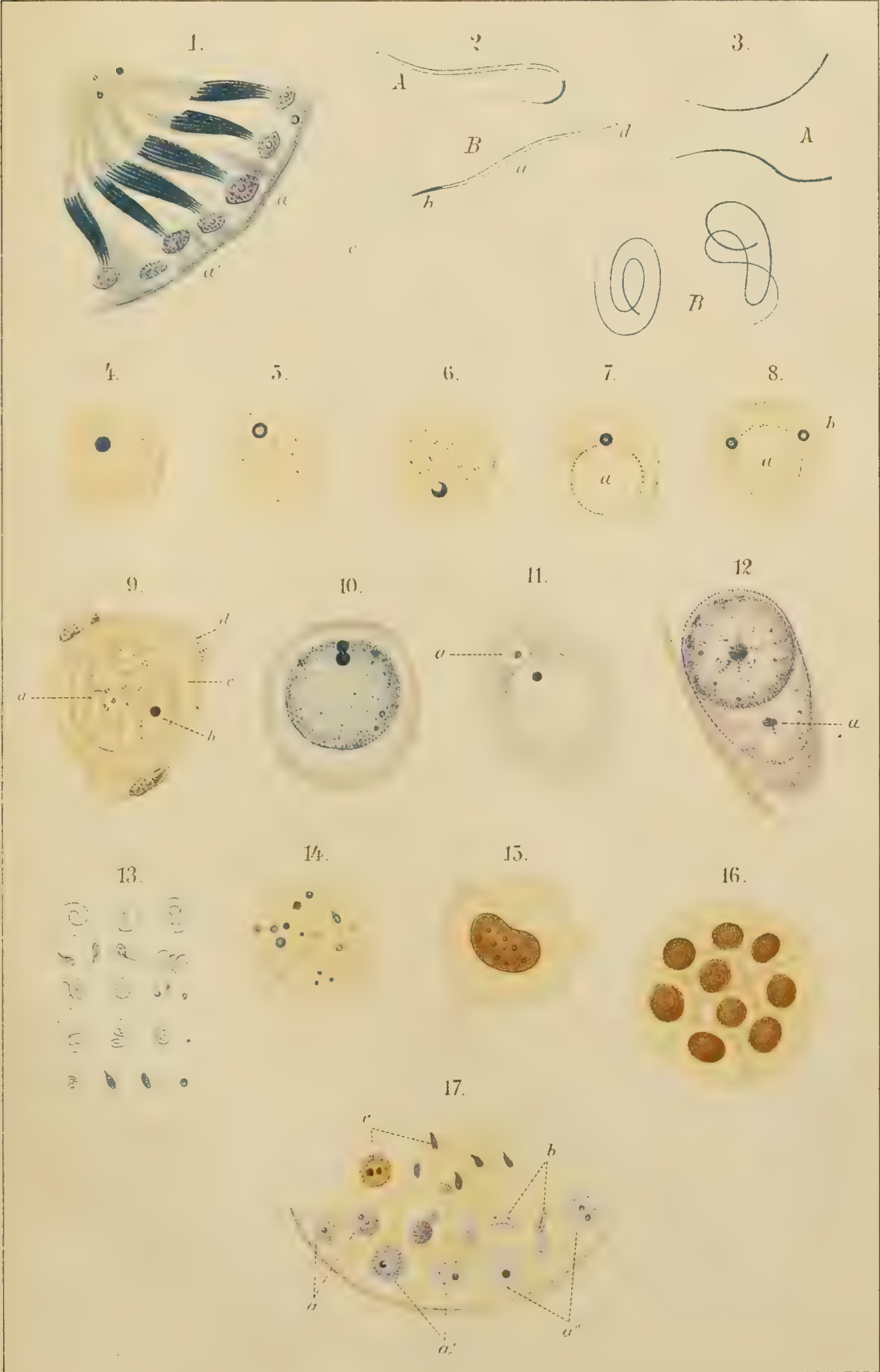
b

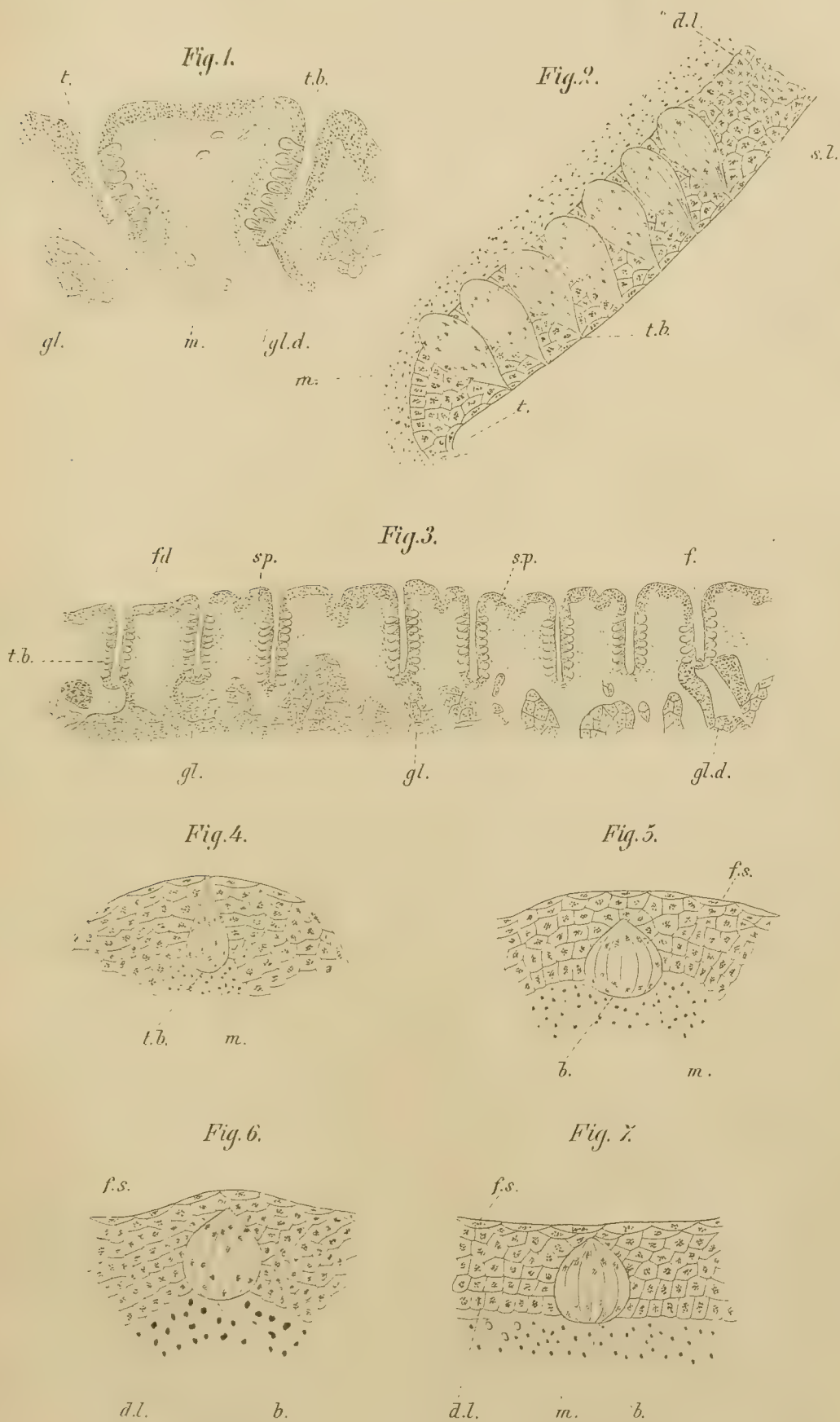
c



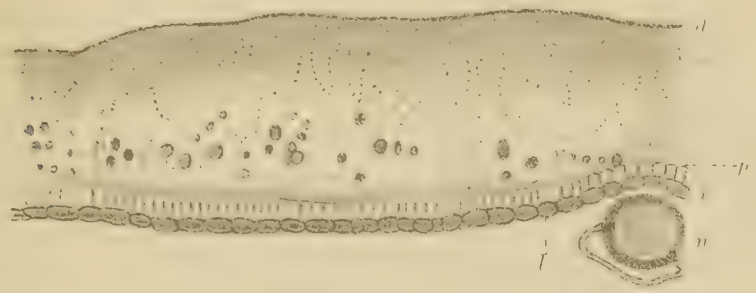








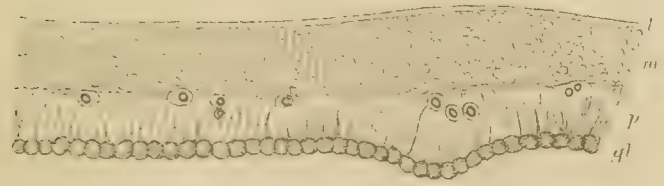
1.



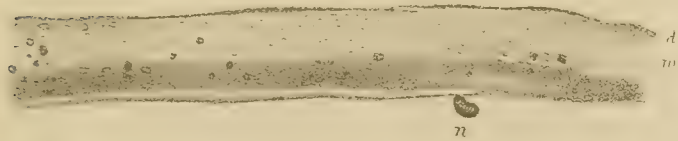
2.



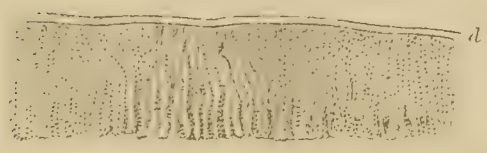
3.



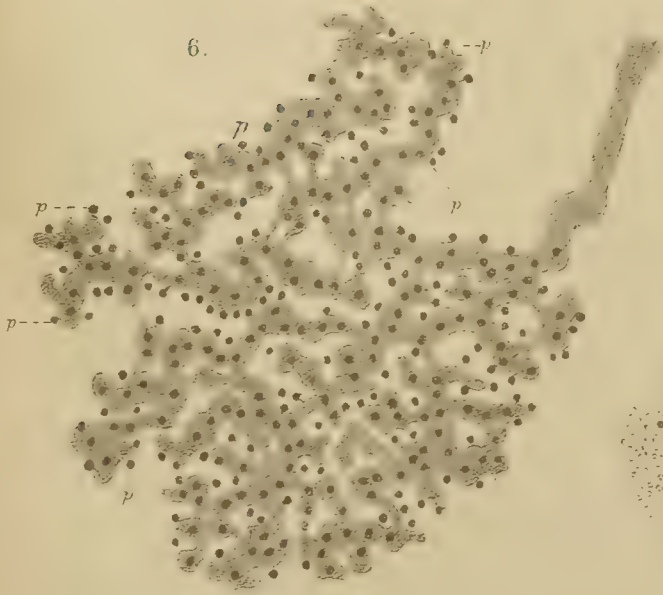
4.



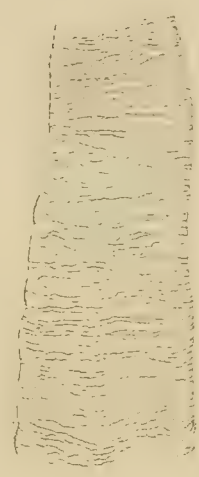
5.



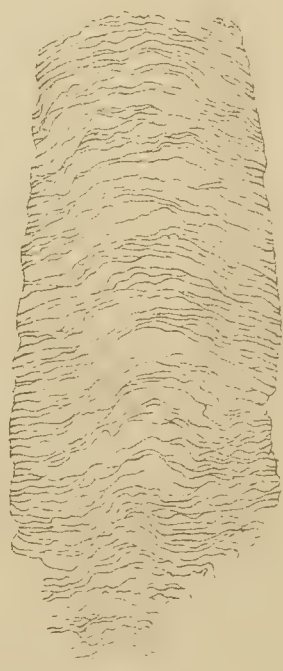
6.



7.



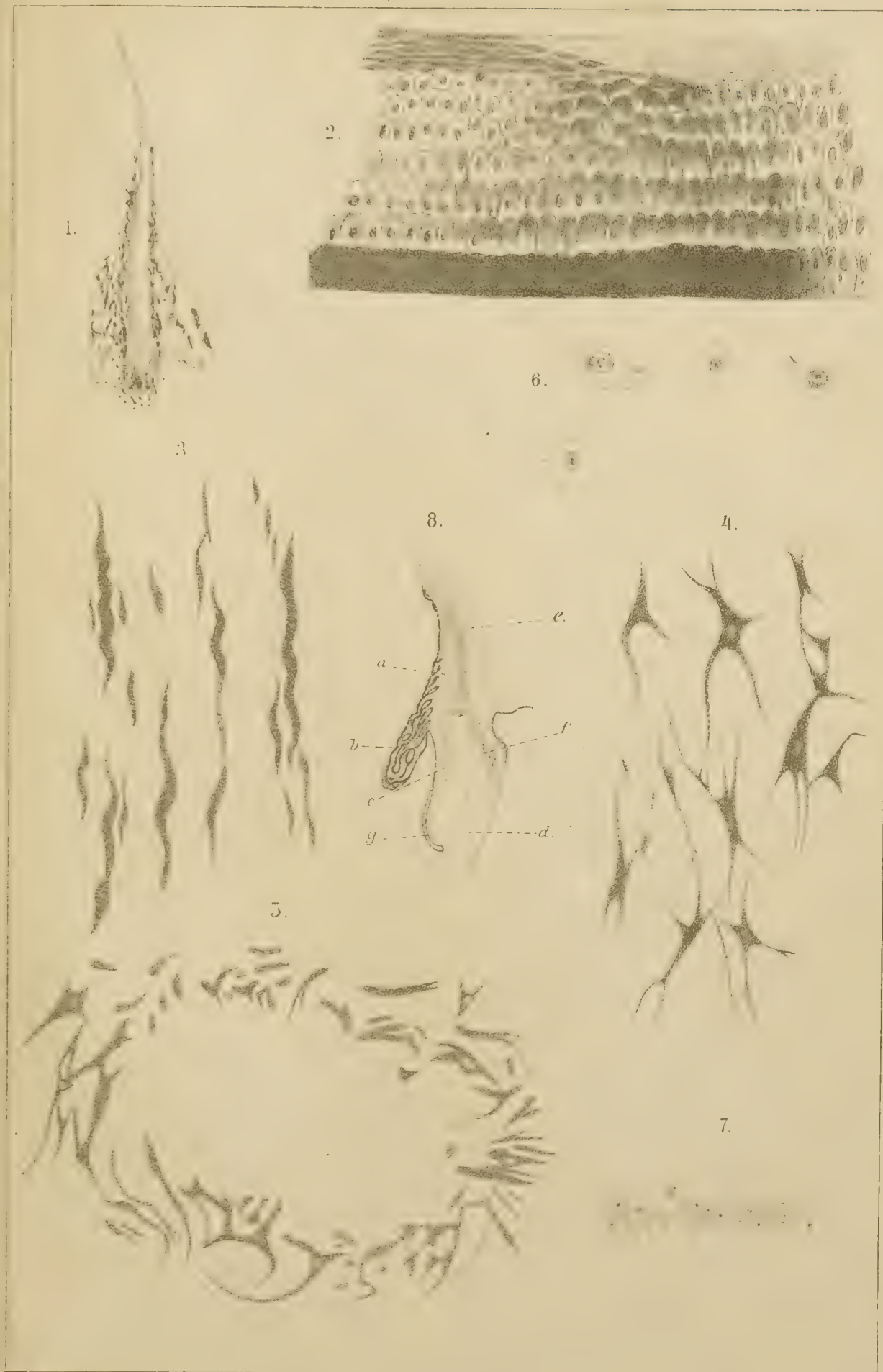
8.



9.



1392



Russo: Occhio della pecora.

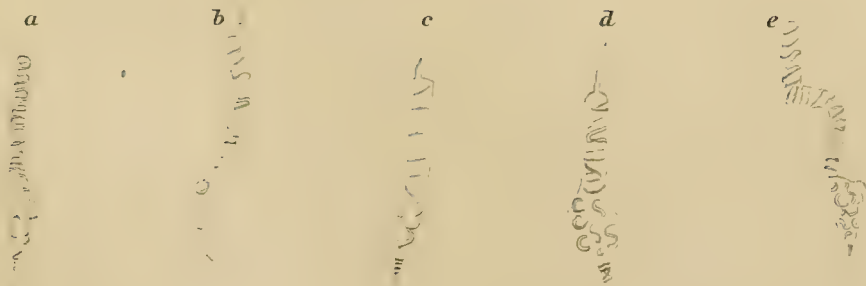
Fig. 1.

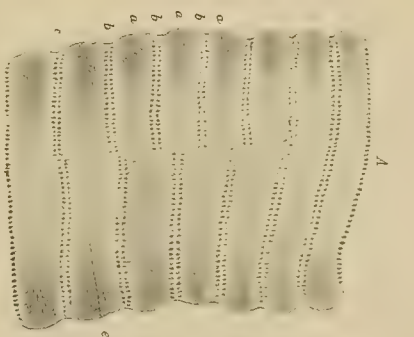


Fig. 2.

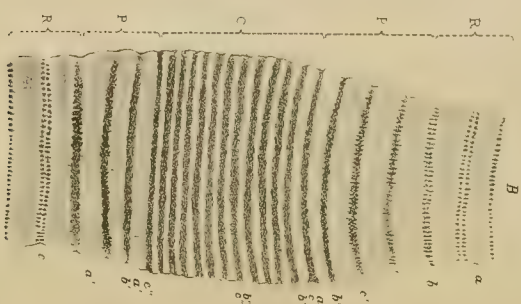


Fig. 3.





1.



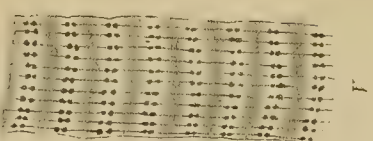
2.



3.



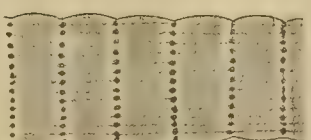
4.



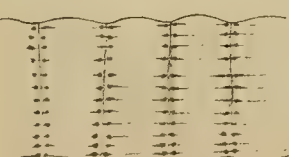
5.



6.



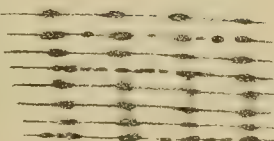
7.



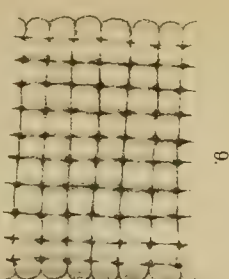
8.



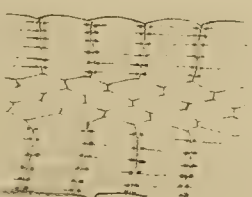
9.



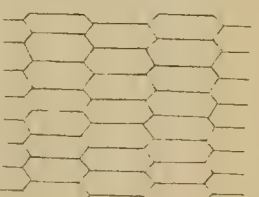
10.



11.



12.

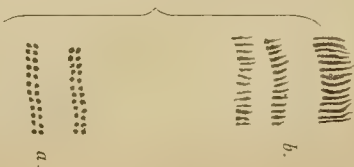


13.

12.



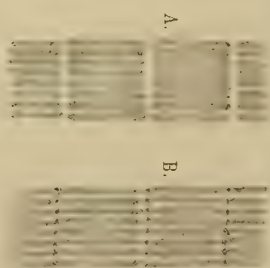
17.



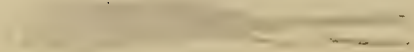
20.



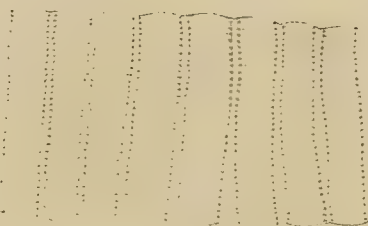
21.



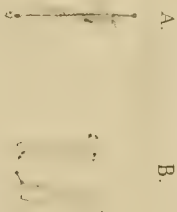
22.



14.



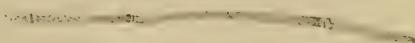
13.



18.



23.



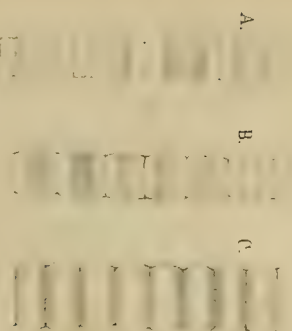
24.



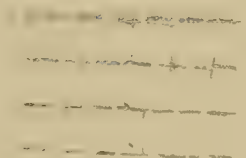
24.



25.



26.



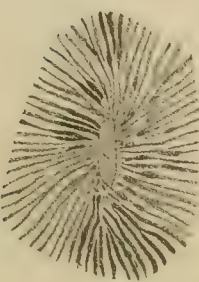
27.



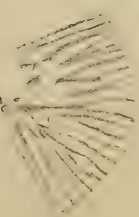
15.

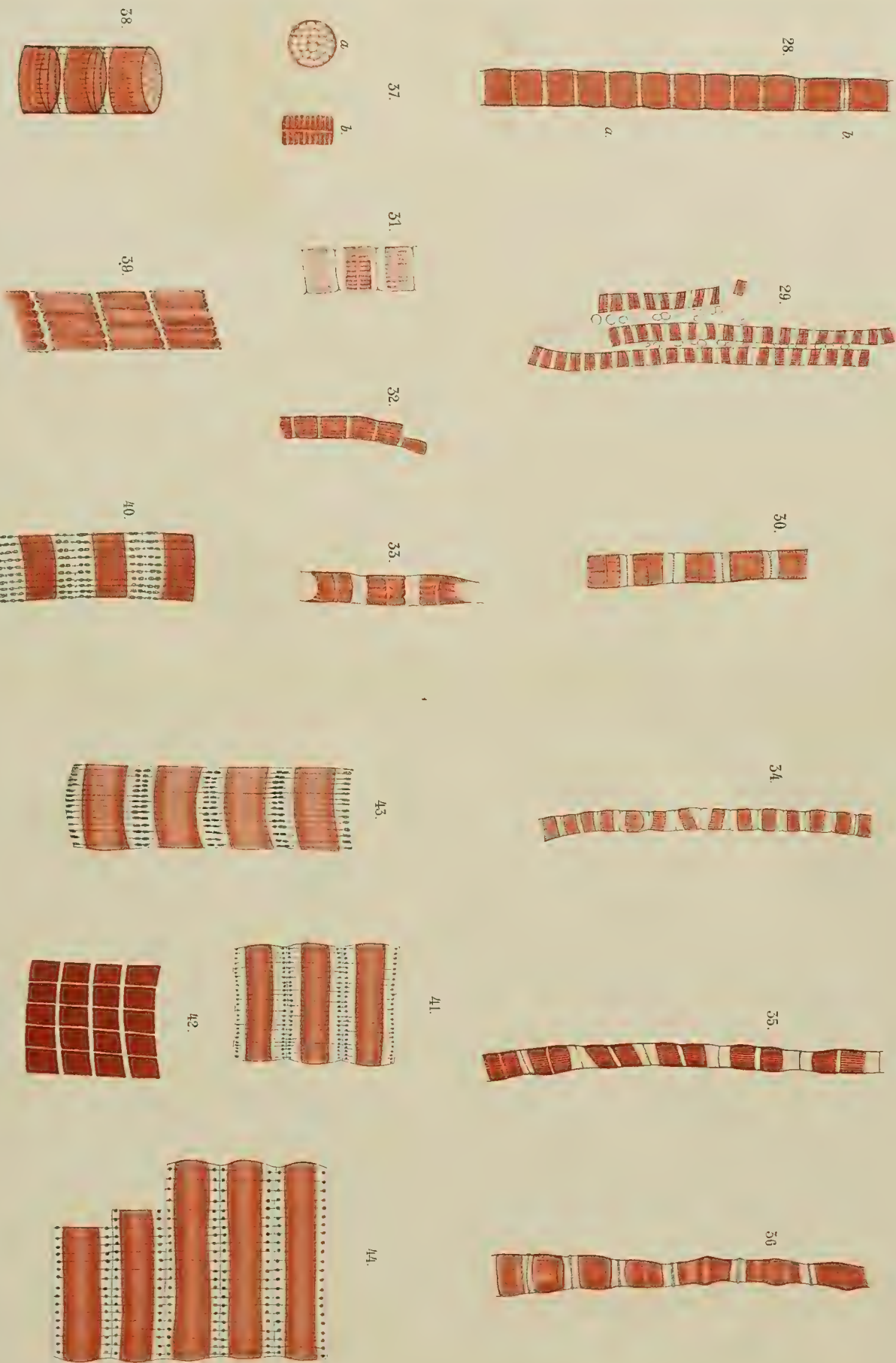


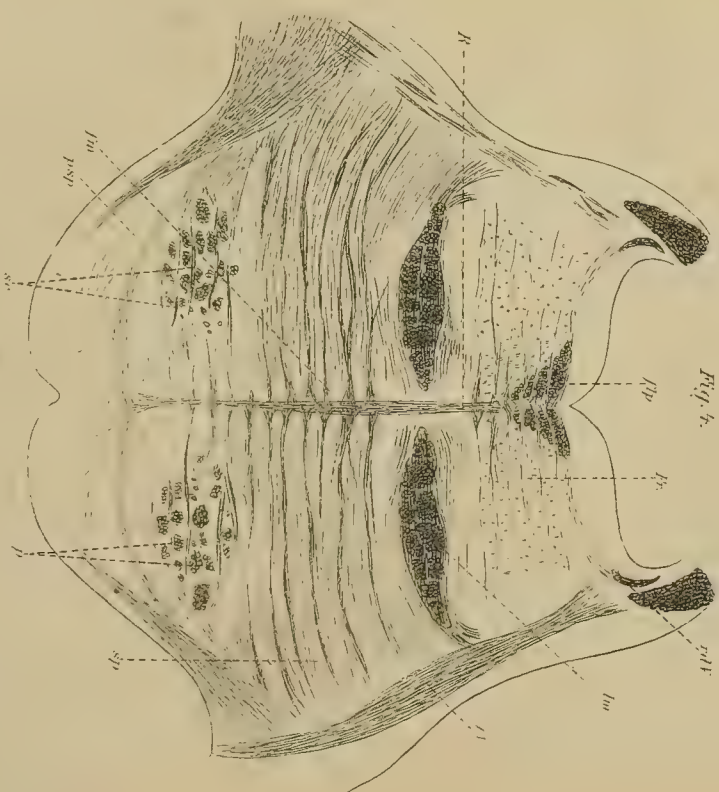
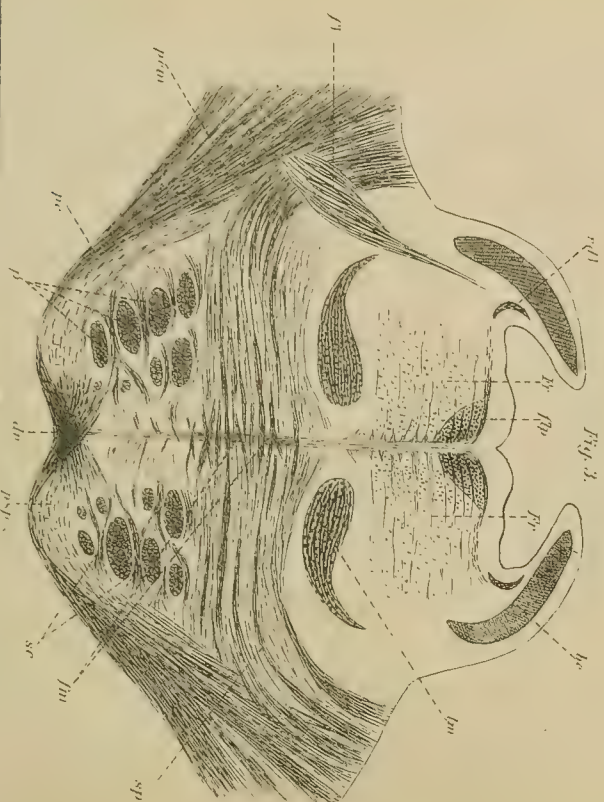
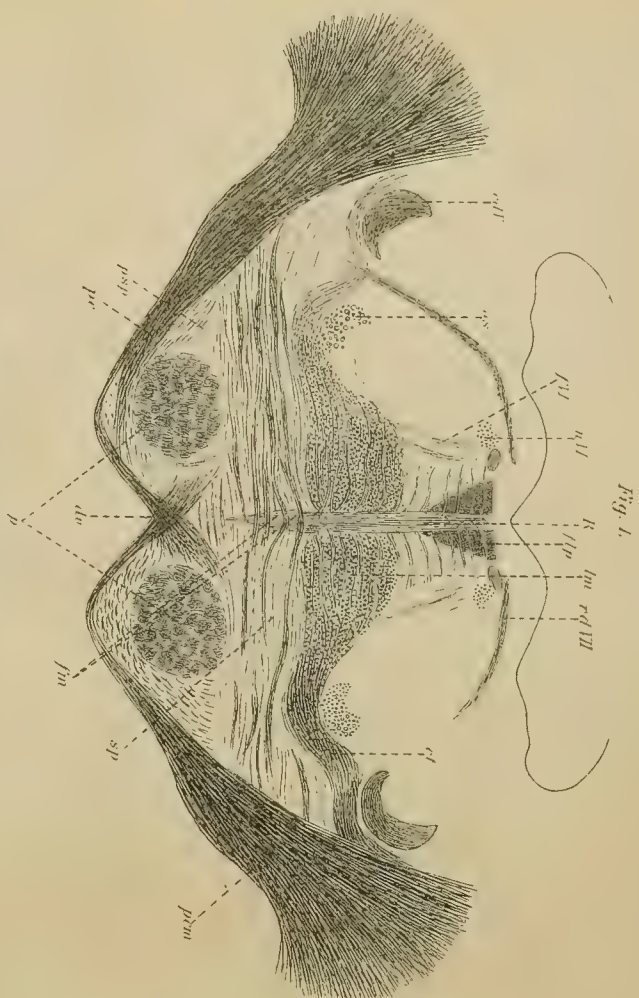
16.



19.







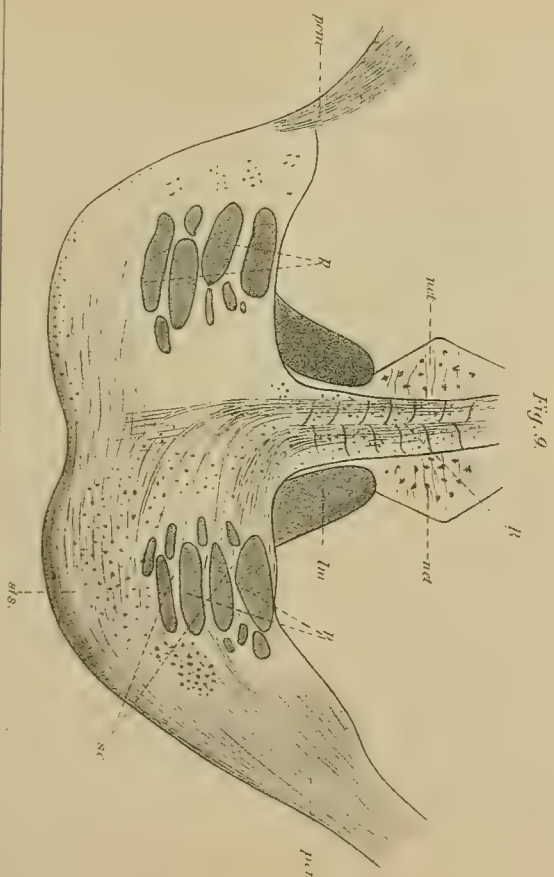
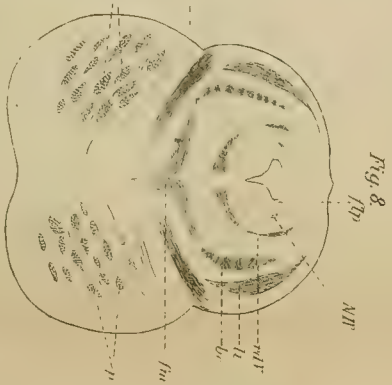
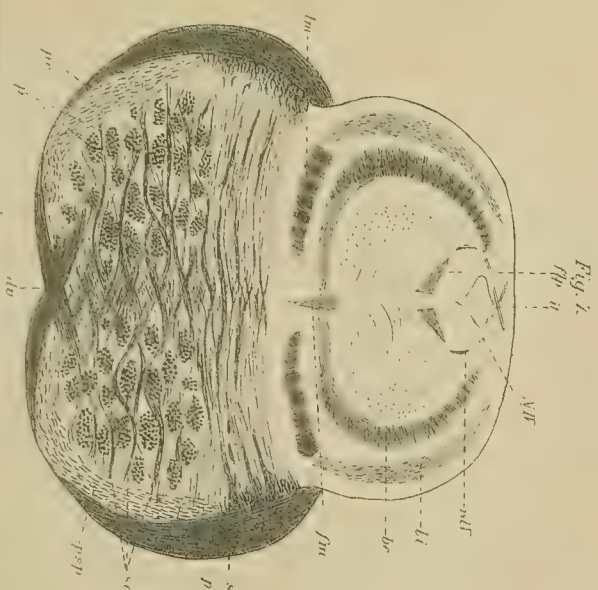
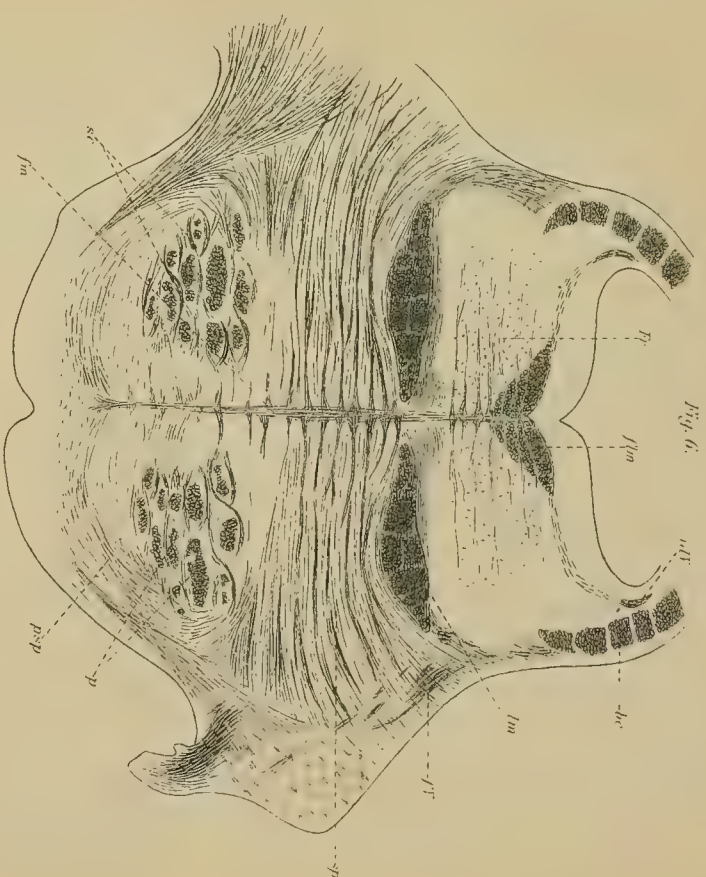
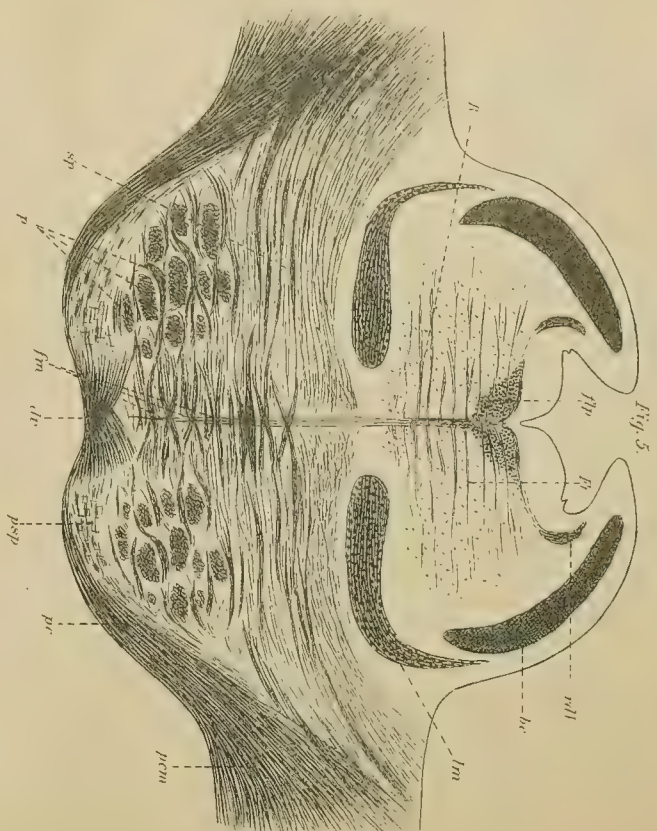


Fig. 10.

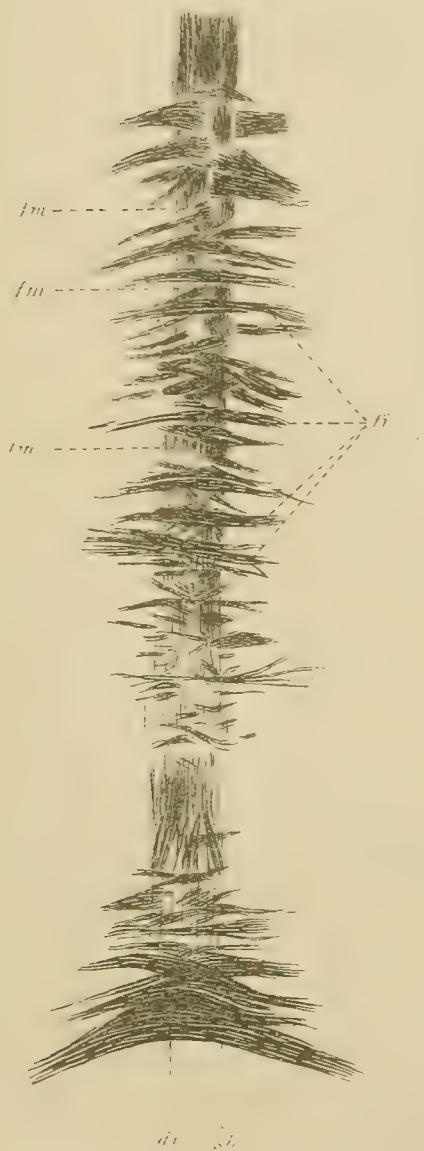


Fig. 11.

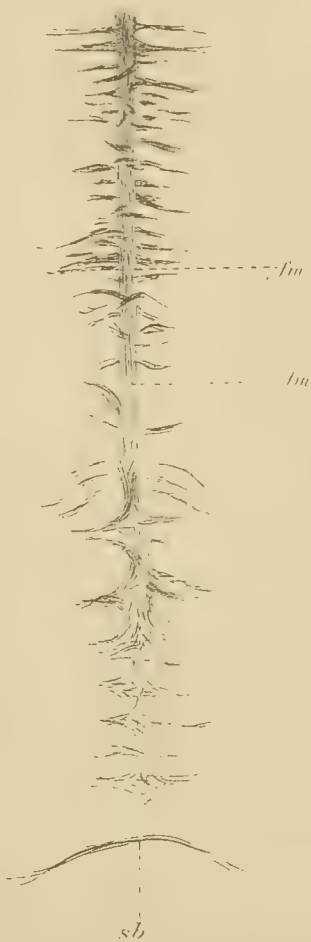
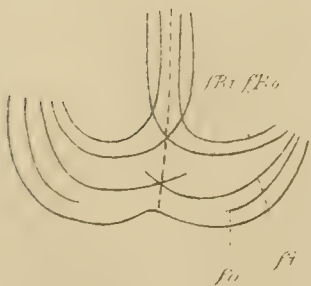
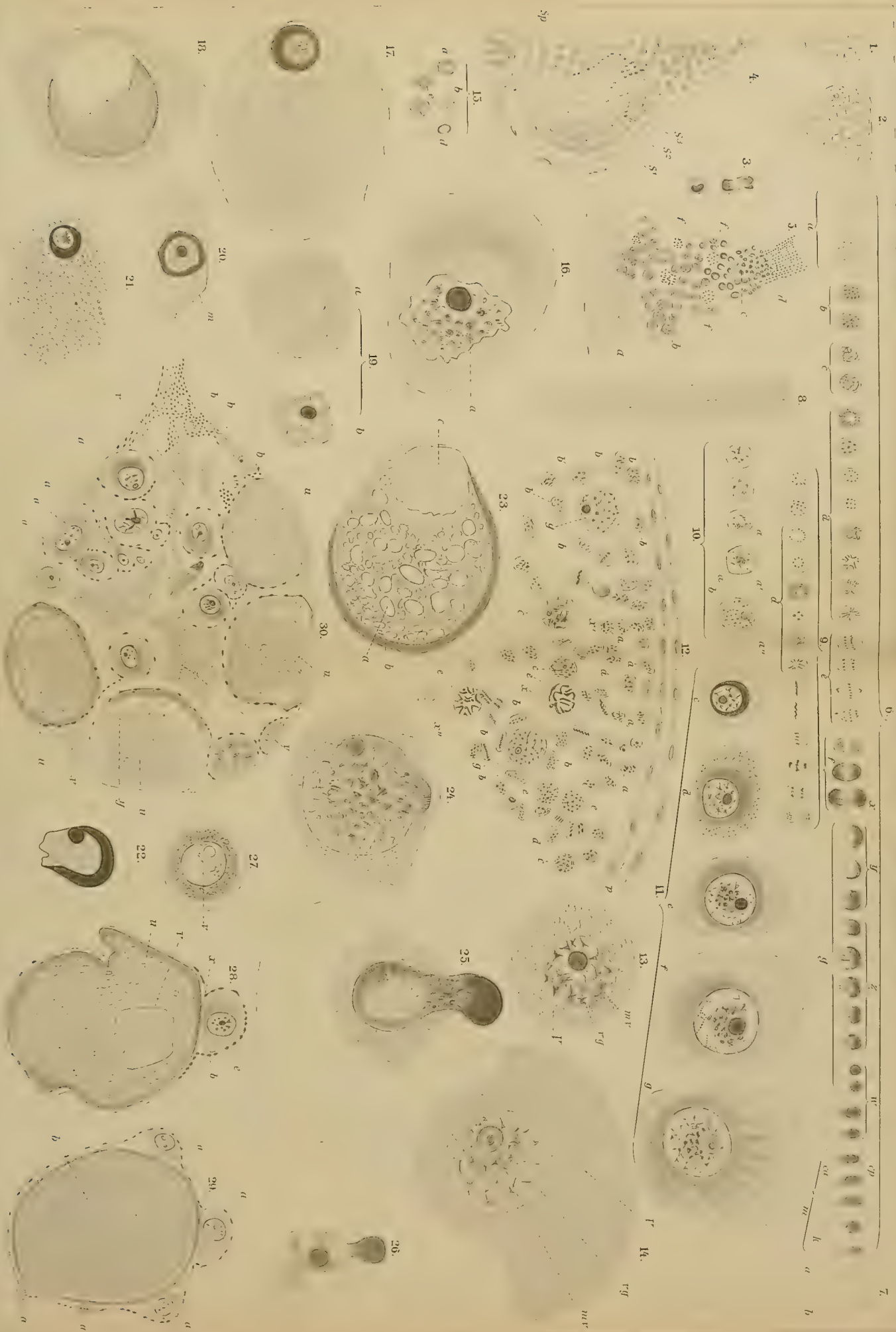
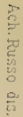
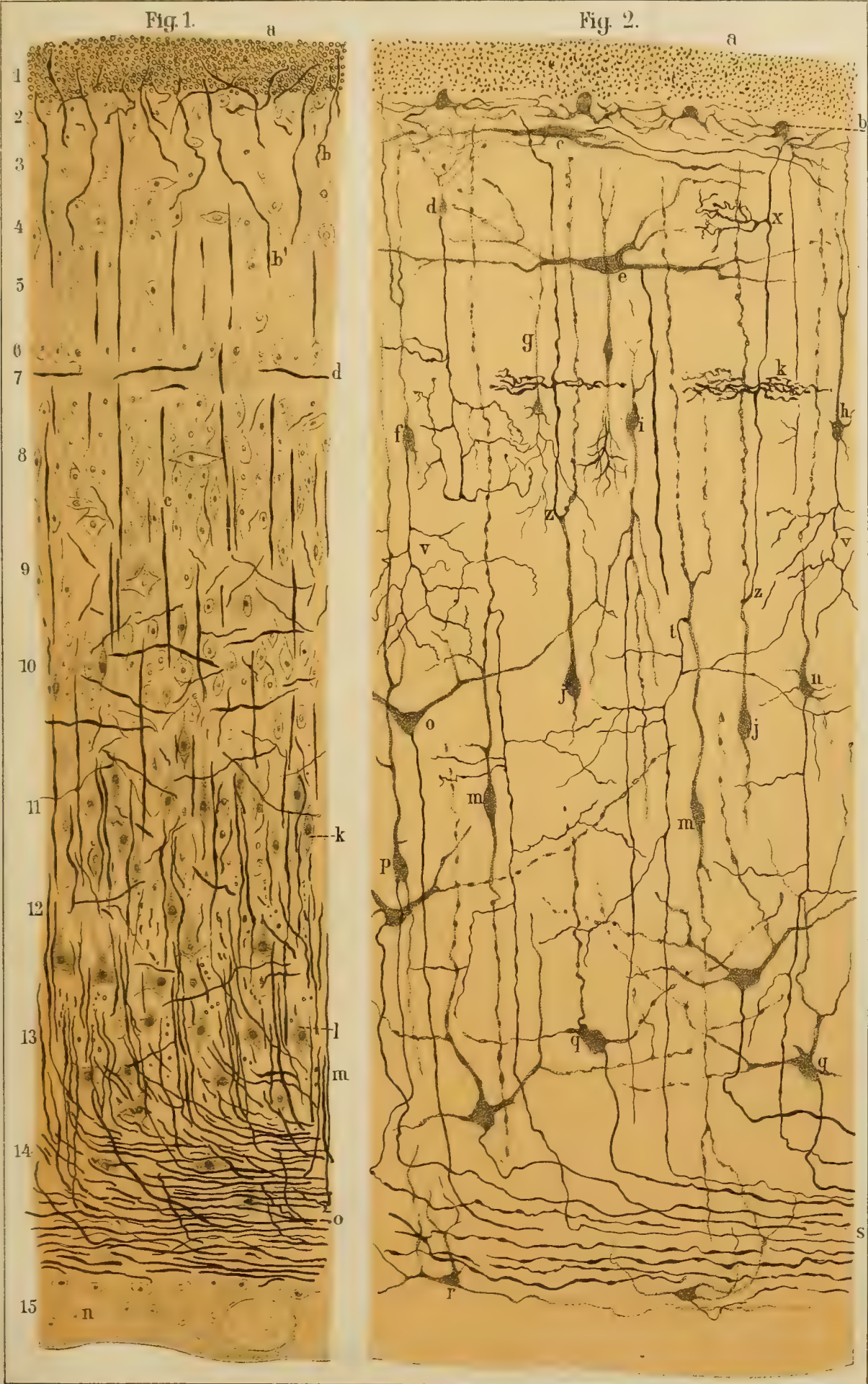


Fig. 12.









S. R. y Cajal: Lobe optique des oiseaux.

Fig. 3.

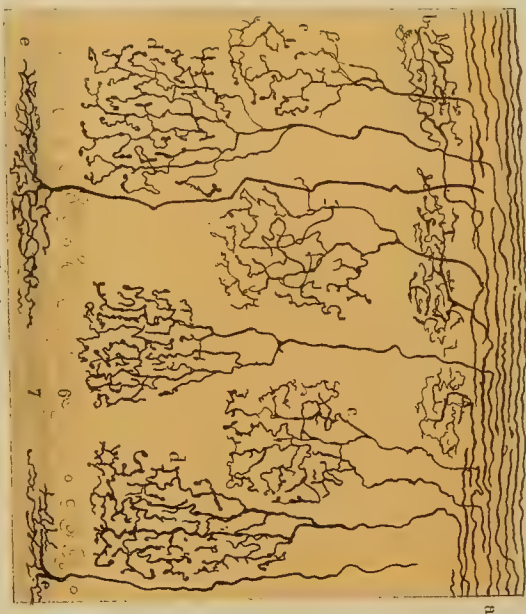


Fig. 4.

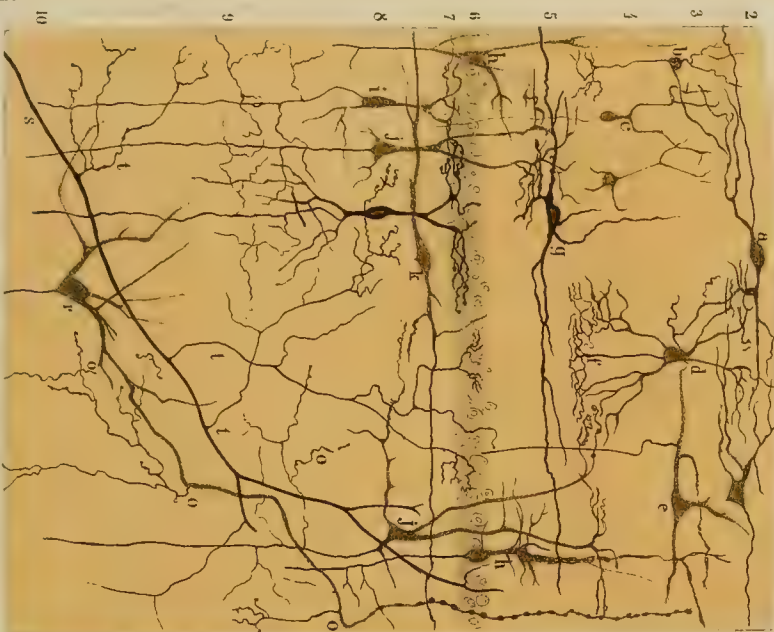


Fig. 5.

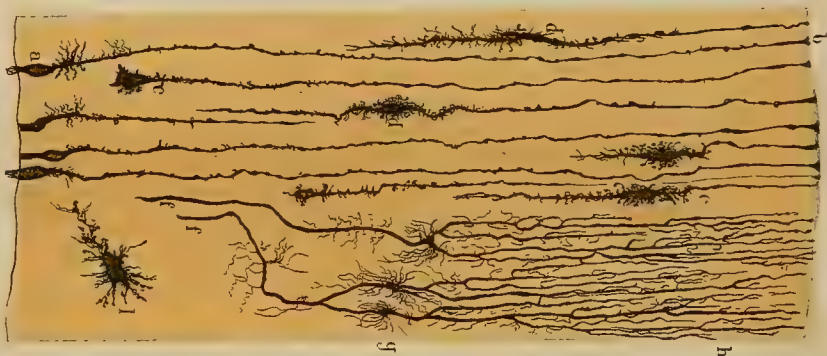


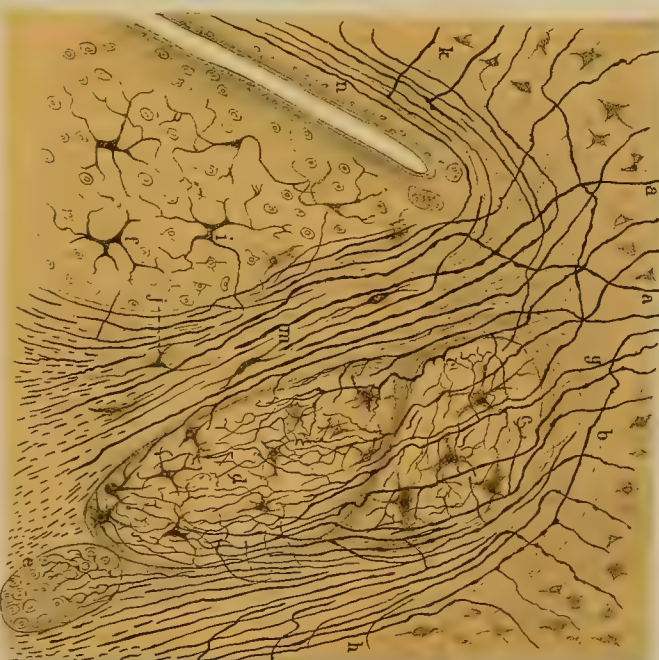
Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 8.



S. R. Y. Cajal: lobe optique des oiseaux.

Fig. 1.

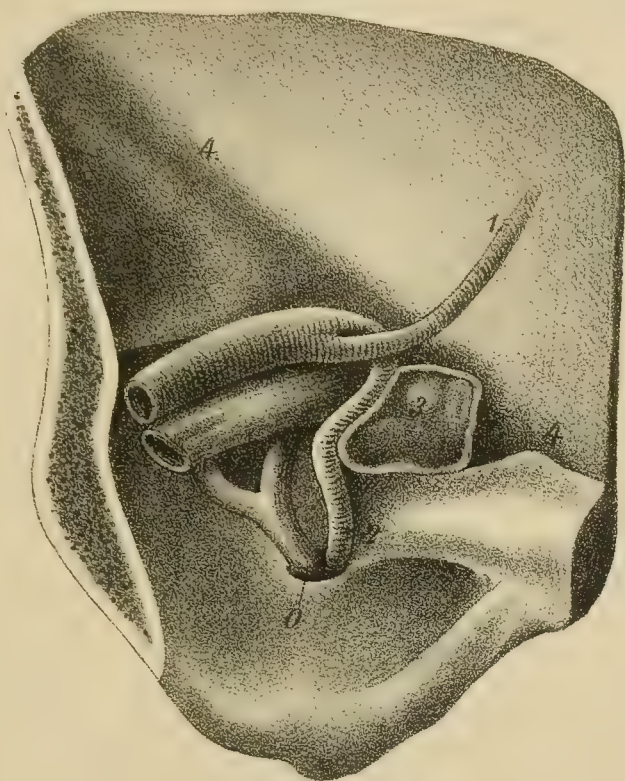
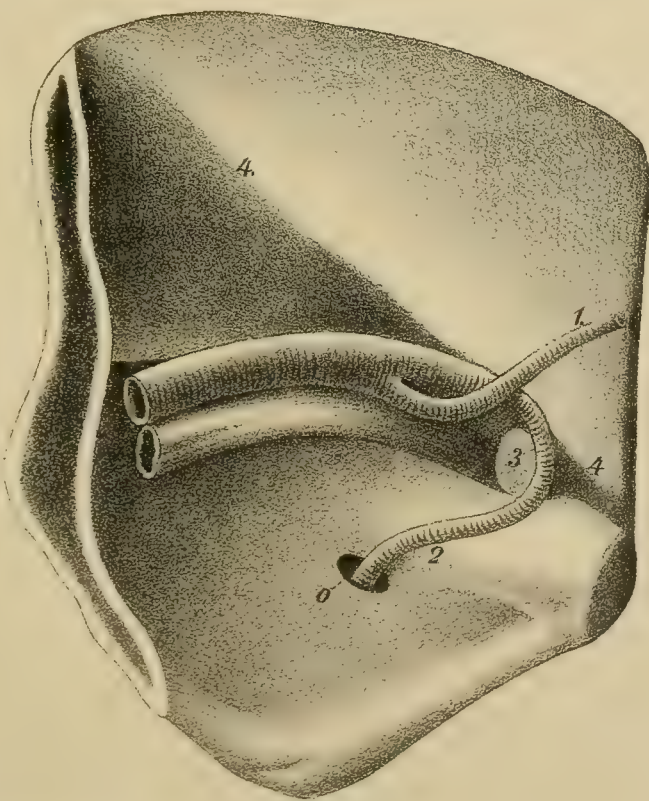


Fig. 2.



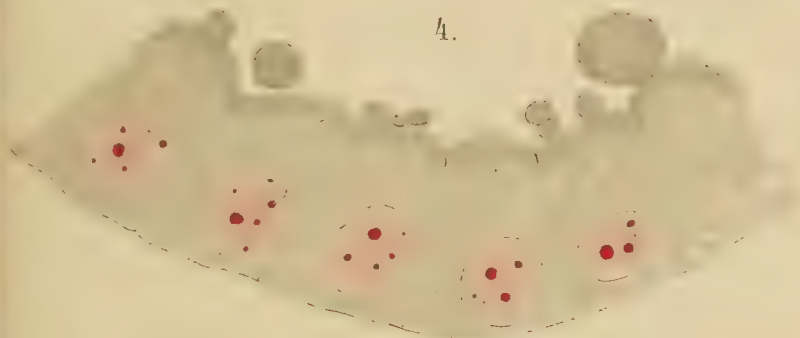
1.



3.



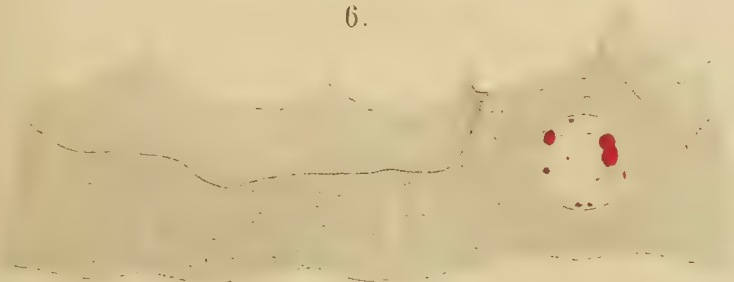
4.



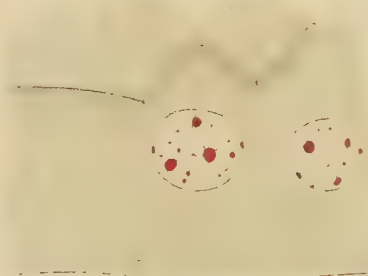
2.



6.



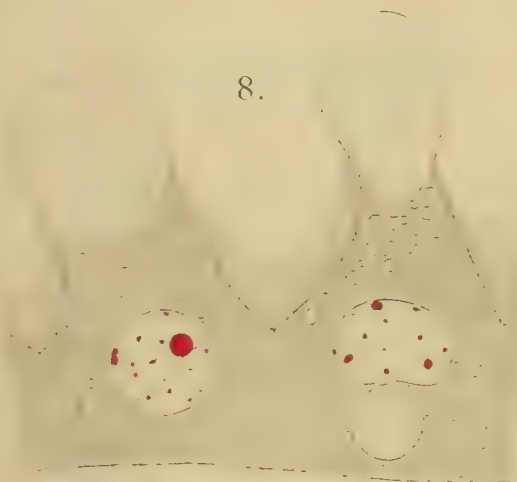
5.



7.



8.



10.



12.



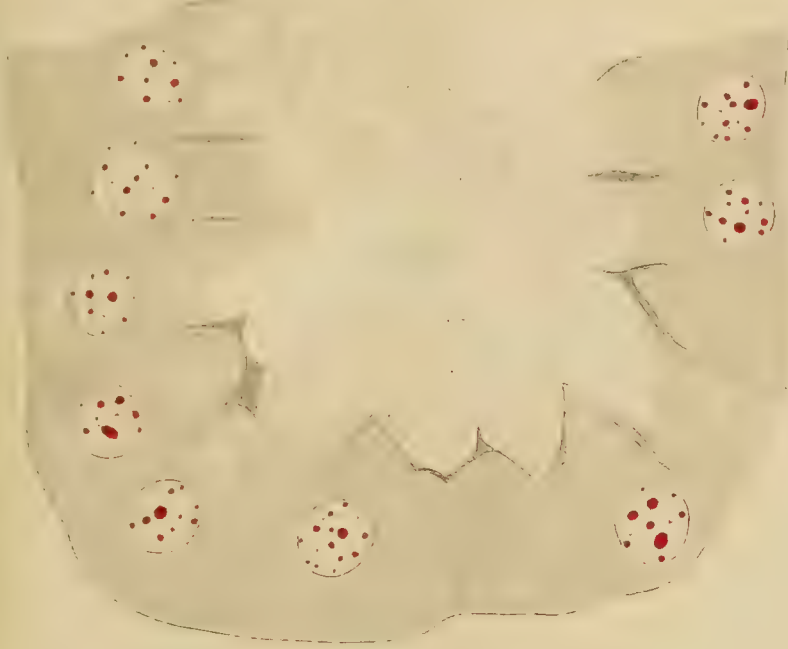
11.



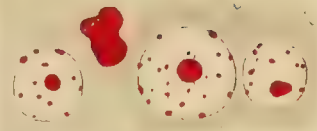
9.



13.



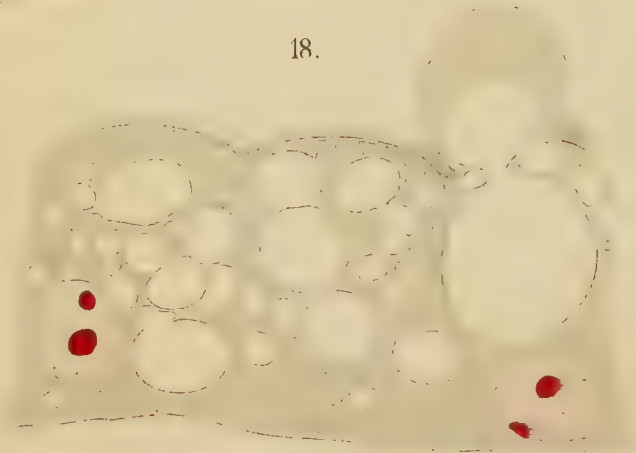
20.



21.



18.



14.



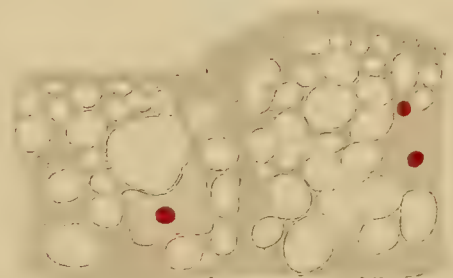
15.



19.

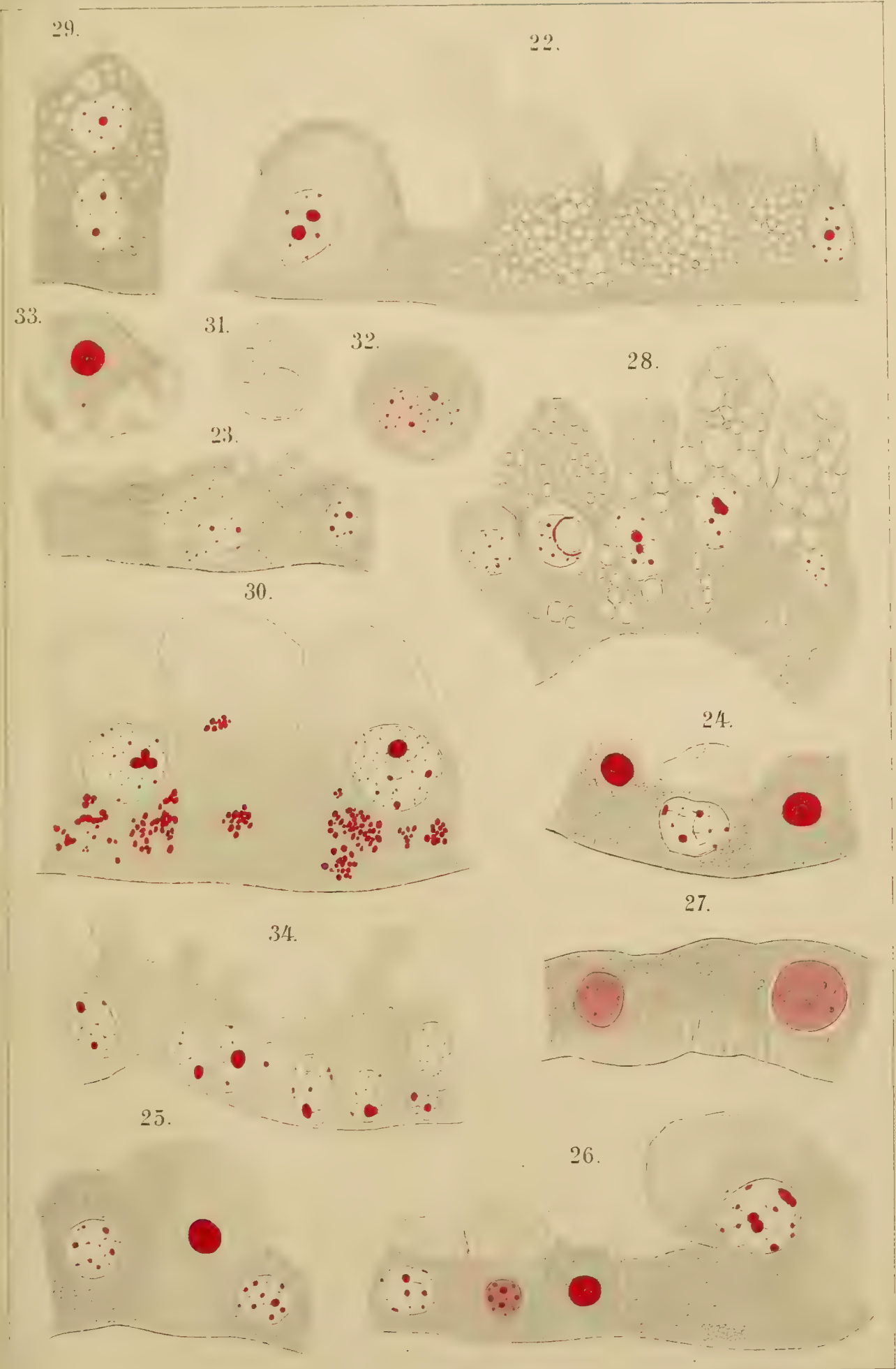


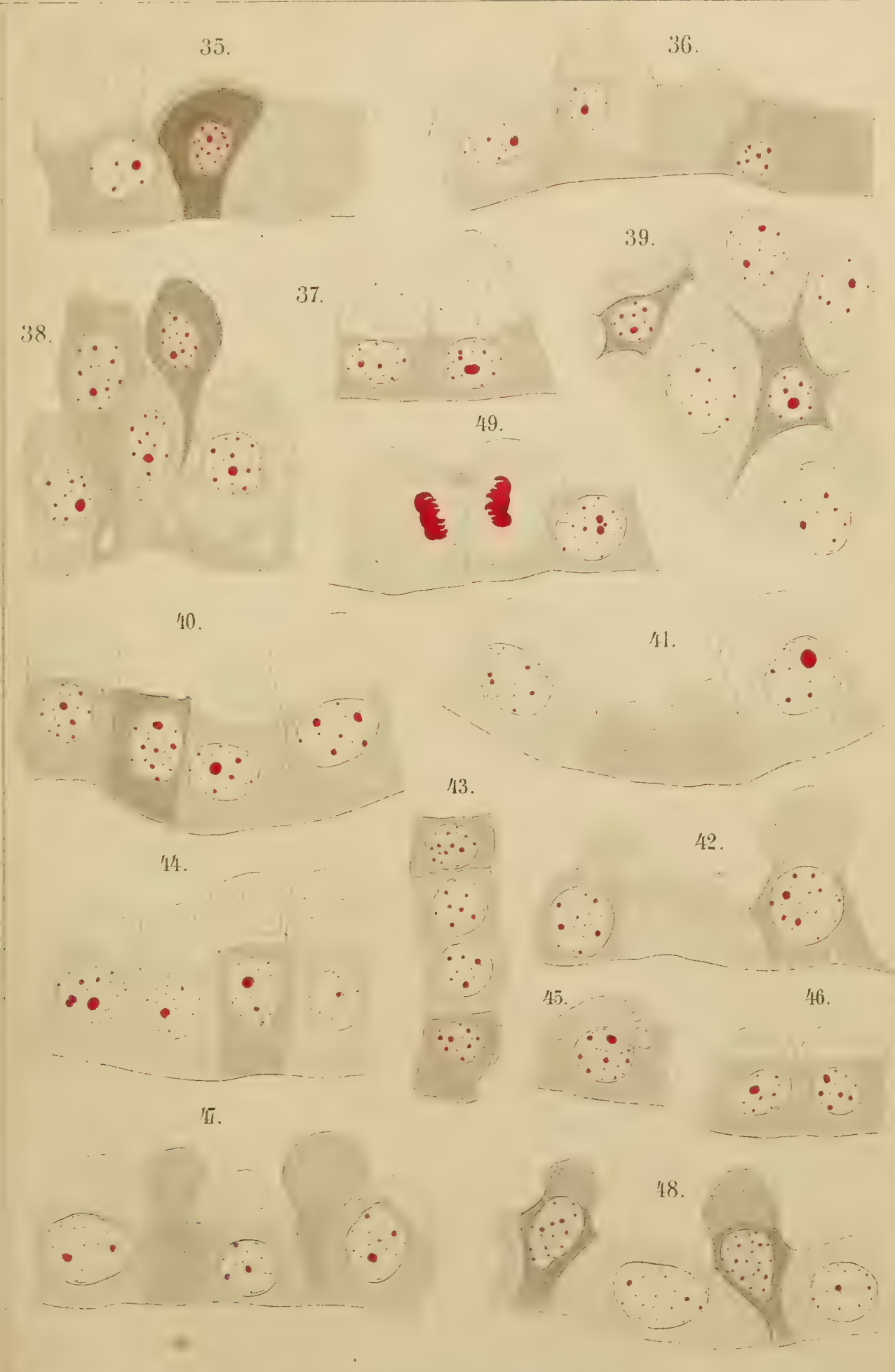
17.



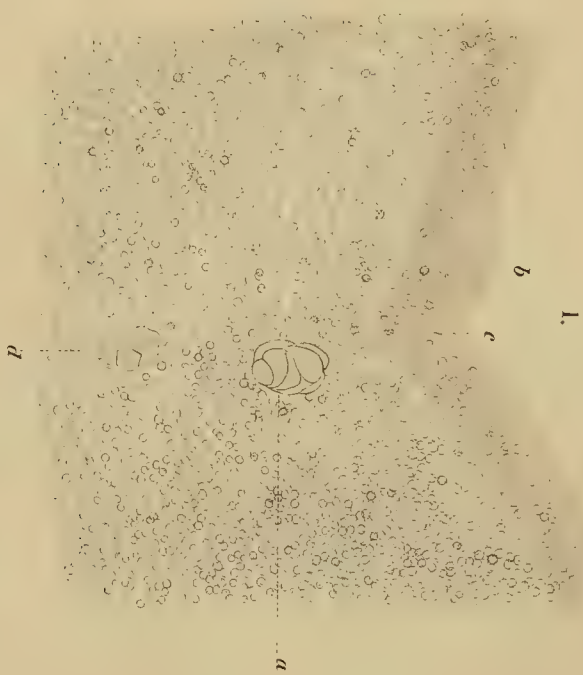
16.



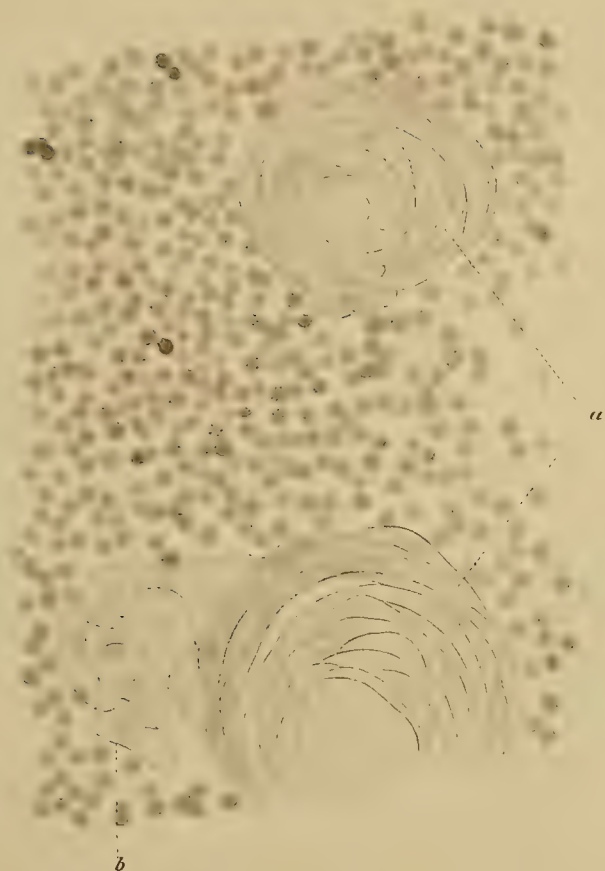




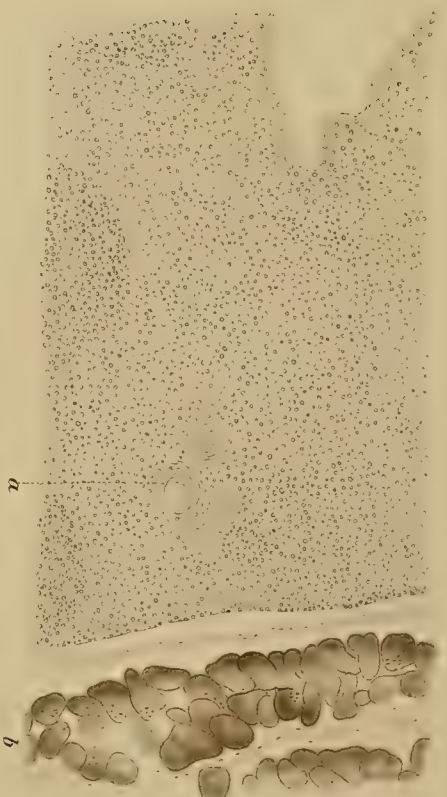
1.



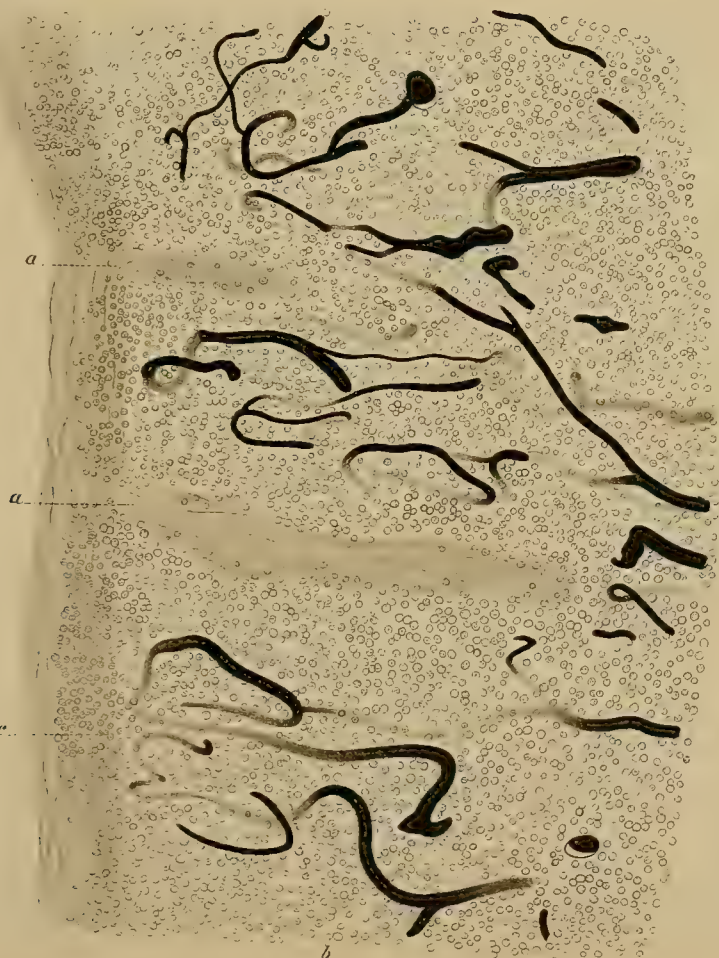
4.



3.



2.



Internationale Monatsschrift

12,080

für

Anatomie und Physiologie.

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,
Éd. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, J. H. Chievitz
in Kopenhagen, J. Curnow in London, H. F. Formad
in Philadelphia, C. Giacomini in Turin, C. Golgi in Pavia, G. Guldberg
in Christiania, H. Hoyer in Warschau, S. Laskowski in Genf,
A. Macalister in Cambridge, H. W. Middendorp in Groningen,
G. Miháľkovics in Buda-Pest, G. Retzius in Stockholm,
A. Watson, Adelaide (Süd-Australien),

E. A. Schäfer

in London,

L. Testut

in Lyon,

und

W. Krause

in Göttingen.

Band VIII. Heft 1. Mit Tafel I—III.

PARIS,

Haar & Steinert

9 Rue Jacob.

LEIPZIG,

Georg Thieme

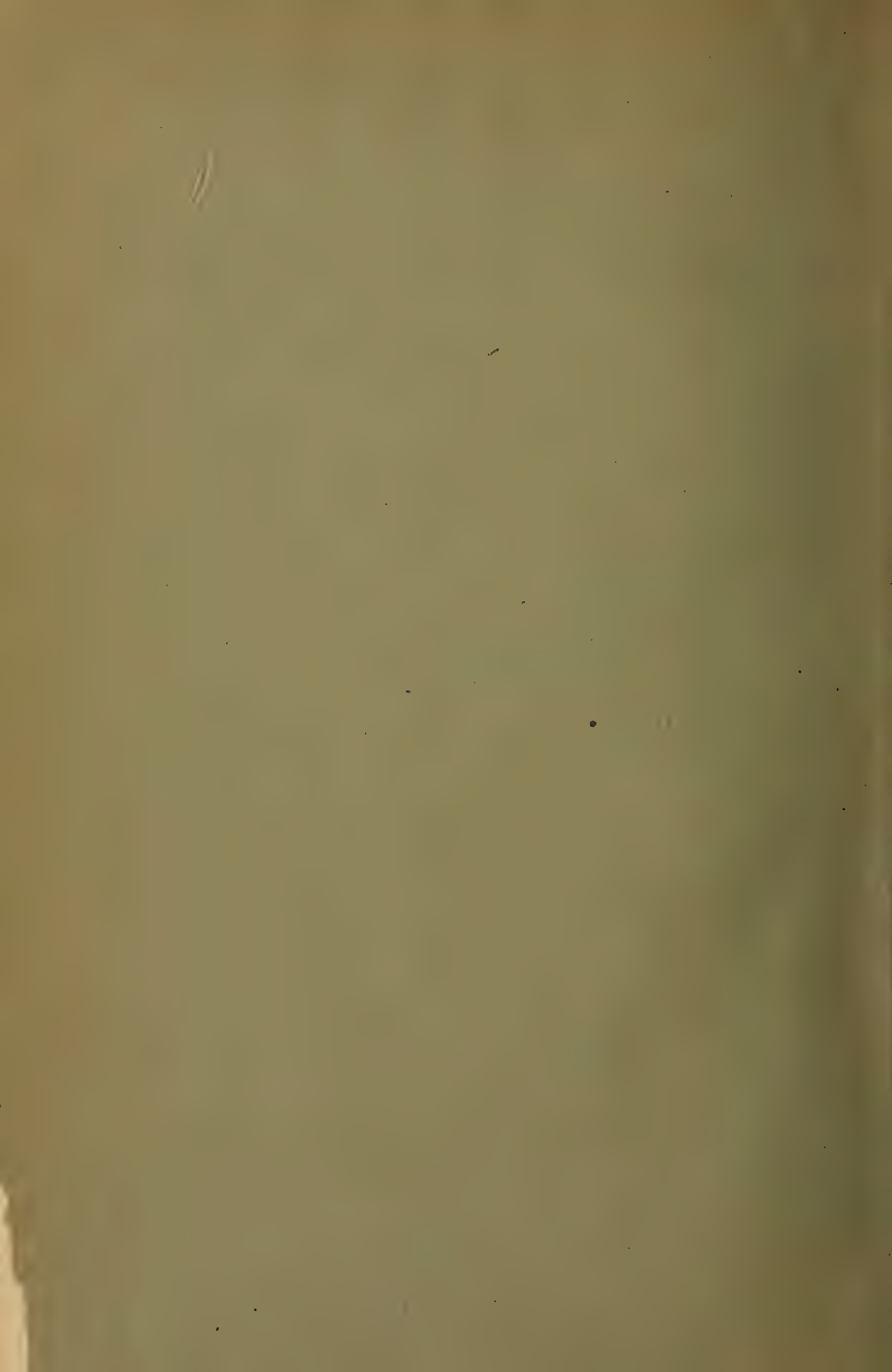
20 Rossstrasse.

LONDON,

Willams & Norgate

14 Henrietta-Street.

1891.



Inhalt.

	Seite
A. Nicolas, Recherches sur l'épithélium de l'intestin grêle. Avec pl. I—III	1
W. Krause, Referate	62

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 25 Separat-Abdrücke frei; eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden unter der Adresse eines der auf dem Titel verzeichneten Herren Mitredacteurs oder direct an die Redaction: Professor W. Krause in Göttingen (Deutschland) erbeten.

Verlag von GEORG THIEME in Leipzig.

Deutsche Medicinische Wochenschrift.

Mit Berücksichtigung des deutschen Medicinalwesens
nach amtlichen Mittheilungen, der öffentlichen Gesundheitspflege und der Interessen
des ärztlichen Standes.

Begründet von Dr. Paul Börner.

Herausgegeben
von

San.-Rath Dr. S. Guttmann.

XVII. Jahrgang 1891 XVII. Jahrgang.

Vierteljährlich 6 Mark.

Am 1. Januar 1891 beginnt die Deutsche medicinische Wochenschrift ihren 17. Jahrgang: sie verfolgt mit klarem Blick die Reform der medicinischen Wissenschaft und bestrebt sich mit bestem Erfolg, gleich den bewährten englischen und französischen Zeitschriften, die wichtigsten Tagesereignisse der medicinischen Erfahrung zu veröffentlichen und damit ein unentbehrliches Organ für den praktischen Arzt zu werden.

Robert Koch wählte die Deutsche medicinische Wochenschrift zur Veröffentlichung seiner Mittheilungen über ein Heilmittel gegen Tuberculose. Seine Mitarbeiter publicierten in ihr die ersten Versuche und sie wird noch eine Reihe der interessantesten Arbeiten über die epochemachende Entdeckung aus der Feder der Mitarbeiter Koch's bringen.

Internationale Monatsschrift

12,080

für

Anatomie und Physiologie.

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,
Éd. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, J. H. Chievitz
in Kopenhagen, J. Curnow in London, H. F. Formad
in Philadelphia, C. Giacomini in Turin, C. Golgi in Pavia, G. Guldberg
in Christiania, H. Hoyer in Warschau, S. Laskowski in Genf,
A. Macalister in Cambridge, H. W. Middendorp in Groningen,
G. Mihálovics in Buda-Pest, G. Retzius in Stockholm,
A. Watson, Adelaide (Süd-Australien),

E. A. Schäfer

in London,

L. Testut

in Lyon,

und

W. Krause

in Göttingen.

Band VIII. Heft 2. Mit Tafel IV und V.

PARIS,

Haar & Steinert

9 Rue Jacob.

LEIPZIG,

Georg Thieme

20 Rosstrasse.

LONDON,

Willams & Norgate

14 Henrietta-Street.

1891.

Inhalt.

	Seite
L. Grasset , Recherches sur la distribution mathématique des prismes de l'émail dentaire. Avec pl. IV et V	65
A. v. Török , Das Wesen und die Aufgabe der systematischen Kraniologie	79
W. Krause , Referate	99
Nouvelles universitaires	100

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 25 Separat-Abdrücke frei; eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden unter der Adresse eines der auf dem Titel verzeichneten Herren Mitredacteurs oder direct an die Redaction: Professor W. Krause in Göttingen (Deutschland) erbeten.

Internationale Monatsschrift

für

Anatomie und Physiologie.

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,
 Éd. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, J. H. Chievitz
 in Kopenhagen, J. Curnow in London, H. F. Formad
 in Philadelphia, C. Giacomini in Turin, C. Golgi in Pavia, G. Guldberg
 in Christiania, H. Hoyer in Warschau, S. Laskowski in Genf,
 A. Macalister in Cambridge, H. W. Middendorp in Groningen,
 G. Miháلكovics in Buda-Pest, G. Retzius in Stockholm,
 A. Watson, Adelaide (Süd-Australien),

E. A. Schäfer

in London,

L. Testut

in Lyon,

und

W. Krause

in Göttingen.

Band VIII. Heft 3. Mit Tafel VI—VIII.

PARIS,

Haar & Steinert

9 Rue Jacob.

LEIPZIG,

Georg Thieme

20 Rosstrasse.

LONDON,

Willams & Norgate

14 Henrietta-Street.

1891.

Inhalt.

	Seite
J. Leffingwell Hatch , Some studies upon the Chinese brain. (With pl. VIII)	101
S. N. Jastschinski , Die typischen Verzweigungsformen der Arteria hypogastrica. (Mit Taf. VI)	111
C. Ritter , Zur Histologie der Zapfen der Fischretina. (Mit Taf. VII) . .	128
W. Krause , Referate	135
Nouvelles universitaires	136

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 25 Separat-Abdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden unter der Adresse eines der auf dem Titel verzeichneten Herren Mitredacteurs oder direct an die Redaction: Professor W. Krause in Göttingen (Deutschland) erbeten.

Internationale Monatsschrift

für

Anatomie und Physiologie.

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,
Éd. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, J. H. Chievitz
in Kopenhagen, J. Curnow in London, H. F. Formad
in Philadelphia, C. Giacomini in Turin, C. Golgi in Pavia, G. Guldberg
in Christiania, H. Hoyer in Warschau, S. Laskowski in Genf,
A. Macalister in Cambridge, H. W. Middendorp in Groningen,
G. Miháلكovics in Buda-Pest, G. Retzius in Stockholm,
A. Watson, Adelaide (Süd-Australien),

E. A. Schäfer

in London,

L. Testut

in Lyon,

und

W. Krause

in Göttingen.

Band VIII. Heft 4. Mit Tafel IX—XI und XIII.

PARIS,
Haar & Steinert
9 Rue Jacob.

LEIPZIG,
Georg Thieme
20 Rossstrasse.

LONDON,
Willams & Norgate
14 Henrietta-Street.

1891.

Inhalt.

	Seite
F. Tuckerman , On the Gustatory Organs of <i>Sciurus hudsonius</i> . (With pl. XI)	137
P. Bertacchini , La Spermatogenesi nella <i>Rana temporaria</i> . (Con tav. IX e X)	140
A. Russo , Contribuzione alla morfologia dell'occhio della pecora (<i>ovis aries</i> L.) e del bove (<i>bos taurus</i> L.). (Con tav. XIII)	169

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 25 Separat-Abdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden unter der Adresse eines der auf dem Titel verzeichneten Herren Mitredacteurs oder direct an die Redaction: Professor W. Krause in Göttingen (Deutschland) erbeten.

Internationale Monatsschrift

12,080.

für

Anatomie und Physiologie.

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,
Éd. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, J. H. Chievitz
in Kopenhagen, J. Curnow in London, H. F. Formad
in Philadelphia, C. Giacomini in Turin, C. Golgi in Pavia, G. Guldberg
in Christiania, H. Hoyer in Warschau, S. Laskowski in Genf,
A. Macalister in Cambridge, H. W. Middendorp in Groningen,
G. Mihálovics in Buda-Pest, G. Retzius in Stockholm,
A. Watson, Adelaide (Süd-Australien),

E. A. Schäfer

in London,

L. Testut

in Lyon,

und

W. Krause

in Göttingen.

Band VIII. Heft 5 und 6. Mit Tafel XV—XVII.

PARIS,
Haar & Steinert
9 Rue Jacob.

LEIPZIG,
Georg Thieme
3 Seeburgstrasse.

LONDON,
Willams & Norgate
14 Henrietta-Street.

1891.

Inhalt.

	Seite
E. A. Schäfer , On the structure of cross-striated muscle. (With pl. XV—XVII)	177
G. Wilder , Preliminary Report of the Committee on Anatomical Nomenclature, adopted Dec. 28, 1889 by the Association of American Anatomists without dissent	239
Nouvelles universitaires	240

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 25 Separat-Abdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden unter der Adresse eines der auf dem Titel verzeichneten Herren Mitredacteurs oder direct an die Redaction: Professor W. Krause in Göttingen (Deutschland) erbeten.

Internationale Monatsschrift

12,080.

für

Anatomie und Physiologie.

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,
Ed. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, J. H. Chievitz
in Kopenhagen, J. Curnow in London, H. F. Formad
in Philadelphia, C. Giacomini in Turin, C. Golgi in Pavia, G. Guldberg
in Christiania, H. Hoyer in Warschau, S. Laskowski in Genf,
A. Macalister in Cambridge, H. W. Middendorp in Groningen,
G. Mihálikovics in Buda-Pest, G. Retzius in Stockholm,
A. Watson, Adelaide (Süd-Australien),

E. A. Schäfer

L. Testut

in London,

in Lyon,

und

W. Krause

in Göttingen.

Band VIII. Heft 7. Mit Tafel XII, XIV, XVIII—XX.

PARIS,
Haar & Steinert
9 Rue Jacob.

LEIPZIG,
Georg Thieme
3 Seeburgstrasse.

LONDON,
Willams & Norgate
14 Henrietta-Street.

1891.

Inhalt.

	Seite
C. Ritter , Studien über die Stäbchenschicht der Vögel. (Mit Taf. XIV). . .	241
W. Krause , Die Nervenendigung im electrischen Organ. (Mit Taf. XII) . .	250
G. Mingazzini , Recherches complémentaires sur le trajet du pedunculus medius cerebelli. (Avec pl. XVIII—XX).	266
A. Nicolas , Contribution à l'étude des cellules glandulaires. I. Les éléments des canalicules du rein primitif chez les Mammifères. (Avec pl. XXV bis XXVIII)	279
Nouvelles universitaires	288

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 25 Separat-Abdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden unter der Adresse eines der auf dem Titel verzeichneten Herren Mitredacteurs oder direct an die Redaction: Professor W. Krause in Göttingen (Deutschland) erbeten.

Tiophengrün.

Das im Jahre 1885 von Victor Meyer in Heidelberg entdeckte Thiophengrün (s. diese Monatsschrift 1887, Bd. IV., Heft 2, S. 73) ist von der

Chemischen Fabrik von Dr. Th. Schuchardt in Görlitz zu beziehen. Der Preis eines Grammes beträgt 15 Mark.

Internationale Monatsschrift

für

Anatomie und Physiologie.

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,
Éd. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, J. H. Chievitz
in Kopenhagen, J. Curnow in London, H. F. Formad
in Philadelphia, C. Giacomini in Turin, C. Golgi in Pavia, G. Guldberg
in Christiania, H. Hoyer in Warschau, S. Laskowski in Genf,
A. Macalister in Cambridge, H. W. Middendorp in Groningen,
G. Miháلكovics in Buda-Pest, G. Retzius in Stockholm,
A. Watson, Adelaide (Süd-Australien),

E. A. Schäfer L. Testut
in London, in Lyon,
und

W. Krause
in Göttingen.

Band VIII. Heft 8. Mit Tafel XXI und XXII.

PARIS,
Haar & Steinert
9 Rue Jacob.

LEIPZIG,
Georg Thieme
3 Seeburgstrasse.

LONDON,
Willams & Norgate
14 Henrietta-Street.

1891.

Inhalt.

	Seite
A. Nicolas, Contribution à l'étude des cellules glandulaires. I. Les éléments des canalicules du rein primitif chez les Mammifères. (Continuation)	289
A. Russo, Ricerche citologiche sugli elementi seminali delle Ophiureae (spermatogenesi-oogenesi) Morfologia dell'apparecchio riproduttore. (Contav. XXI e XXII)	293
A. Stocquart, Note sur le Poids et les Dimensions du Foie chez l'Enfant	330
Prof. Watson, Dr. Koch's Cure	334

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 25 Separat-Abdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden unter der Adresse eines der auf dem Titel verzeichneten Herren Mitredacteurs oder direct an die Redaction: Professor W. Krause in Göttingen (Deutschland) erbeten.

Internationale Monatsschrift

12,080.

für

Anatomie und Physiologie.

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,
Éd. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, J. H. Chievitz
in Kopenhagen, J. Curnow in London, H. F. Formad
in Philadelphia, C. Giacomini in Turin, C. Golgi in Pavia, G. Guldberg
in Christiania, H. Hoyer in Warschau, S. Laskowski in Genf,
A. Macalister in Cambridge, H. W. Middendorp in Groningen,
G. Mihálikovics in Buda-Pest, G. Retzius in Stockholm,
A. Watson, Adelaide (Süd-Australien),

E. A. Schäfer

in London,

L. Testut

in Lyon,

und

W. Krause

in Göttingen.

Band VIII. Heft 9 und 10. Mit Tafel XXIII—XXV.

PARIS,
Haar & Steinert
9 Rue Jacob.

LEIPZIG,
Georg Thieme
3 Seeburgstrasse.

LONDON,
Willams & Norgate
14 Henrietta-Street.

1891.

Inhalt.

	Seite
S. R. y Cajal , Sur la fine structure du lobe optique des oiseaux et sur l'origine réelle des nerfs optiques. (Avec pl. XXIII et XXIV)	337
S. Jastschinski , Die Abweichungen der Arteria obturatoria nebst Erklärung ihres Entstehens. (Mit Taf. XXV)	367
A. Nicolas , Contribution à l'étude des cellules glandulaires. I. Les éléments des canalicules du rein primitif chez les Mammifères. (Continuation)	387
W. Krause , Die Retina	414
Nouvelles universitaires	416

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 25 Separat-Abdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden unter der Adresse eines der auf dem Titel verzeichneten Herren Mitredacteurs oder direct an die Redaction: Professor W. Krause in Göttingen (Deutschland) erbeten.



Verlag von **Friedrich Vieweg & Sohn in Braunschweig.**
(Zu beziehen durch jede Buchhandlung.)

Soeben erschien:

Jacob Henle.

Ein deutsches Gelehrtenleben.

Nach Aufzeichnungen und Erinnerungen erzählt von

Fr. Merkel.

Mit einem Porträt in Holzstich. 8. geh. Preis 10 Mark.



Internationale Monatsschrift

12, 080

für

Anatomie und Physiologie.

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,
Éd. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, J. H. Chievitz
in Kopenhagen, J. Curnow in London, H. F. Formad
in Philadelphia, C. Giacomini in Turin, C. Golgi in Pavia, G. Guldberg
in Christiania, H. Hoyer in Warschau, S. Laskowski in Genf,
A. Macalister in Cambridge, H. W. Middendorp in Groningen,
G. Miháلكovics in Buda-Pest, G. Retzius in Stockholm,
A. Watson, Adelaide (Süd-Australien),

E. A. Schäfer

in London,

L. Testut

in Lyon,

und

W. Krause

in Göttingen.

Band VIII. Heft 11. Mit Tafel XXVI—XXIX.

PARIS,
Haar & Steinert
9 Rue Jacob.

LEIPZIG,
Georg Thieme
3 Seeburgstrasse.

LONDON,
Willams & Norgate
14 Henrietta-Street.

1891.

Inhalt.

	Seite
S. Jastschinski , Die Abweichungen der Arteria obturatoria nebst Erklärung ihres Entstehens. (Schluss)	417
A. Nicolas , Contribution à l'étude des cellules glandulaires. I. Les éléments des canalicules du rein primitif chez les Mammifères. (Continuation)	447

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 25 Separat-Abdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden unter der Adresse eines der auf dem Titel verzeichneten Herren Mitredacteurs oder direct an die Redaction: Professor W. Krause in Göttingen (Deutschland) erbeten.

FEB 20 1892

Internationale Monatsschrift

12, 080.

für

Anatomie und Physiologie.

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,
Éd. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, J. H. Chievitz
in Kopenhagen, J. Curnow in London, H. F. Formad
in Philadelphia, C. Giacomini in Turin, C. Golgi in Pavia, G. Guldberg
in Christiania, H. Hoyer in Warschau, S. Laskowski in Genf,
A. Macalister in Cambridge, H. W. Middendorp in Groningen,
G. Mihálikovics in Buda-Pest, G. Retzius in Stockholm,
A. Watson, Adelaide (Süd-Australien),

E. A. Schäfer

in London,

L. Testut

in Lyon,

und

W. Krause

in Göttingen.

Band VIII. Heft 12. Mit Tafel XXX.

PARIS,
Haar & Steinert
9 Rue Jacob.

LEIPZIG,
Georg Thieme
3 Seeburgstrasse.

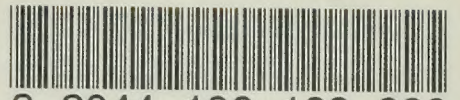
LONDON,
Willams & Norgate
14 Henrietta-Street.

1891.

Inhalt.

	Seite
A. Nicolas, Contribution à l'étude des cellules glandulaires. I. Les éléments des canalicules du rein primitif chez les Mammifères. (Suite et fin)	465
P. Dmitriewsky, Ueber die concentrischen Körper der Mandelknoten . . .	510
W. Krause, Referate	514
Nouvelles universitaires	516

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 25 Separat-Abdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden unter der Adresse eines der auf dem Titel verzeichneten Herren Mitredacteurs oder direct an die Redaction: Professor W. Krause in Göttingen (Deutschland) erbeten.



3 2044 106 188 980

Date Due

~~23 Nov 49~~

~~23 Mar 50~~

